

S 4352

D 261

OHRENQUALLEN ALS NAHRUNGSKONKURRENTEN UND RÄUBER

DER FISCHBRUT

als Habilitationsschrift der mathematisch-naturwissen-
schaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität
in Kiel vorgelegt am 18. Juni 1982

Heino Möller

Institut für Meereskunde
in
Kiel



INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	2
2.	Material und Methode	8
2.1.	Ausfahrten und Fanggeräte	8
2.2.	Probenbearbeitung	14
2.3.	Auswertung von Literaturdaten über Planktonbestände in der Kieler Bucht	19
2.4.	Gewichtsbestimmungen	19
3.	Bestandsaufnahmen	21
3.1.	Plankton > 0,5 mm der Nord- und Ostsee im Sommer 1978 . . .	21
3.2.	Planktonbestände der Kieler Bucht im Jahresverlauf . . .	27
3.2.1.	Phytoplankton	27
3.2.2.	Protozooplankton	29
3.2.3.	Coelenteraten	30
3.2.3.1.	Aurelia aurita	32
3.2.3.2.	Cyanea capillata	34
3.2.3.3.	Hydromedusen	34
3.2.3.4.	Ctenophoren	34
3.2.4.	Copepoden	35
3.2.5.	übriges Holozooplankton	38
3.2.6.	Zoobenthoslarven	40
3.2.7.	Hyperbenthos	42
3.2.8.	Ichthyoplankton	48
3.3.	Heringslarven in der Kieler Förde	63
4.	Biologie der Ohrenqualle	79
4.1.	geographische Verbreitung	79
4.2.	Entwicklungszyklus	79
4.3.	kurzfristige Fluktuationen im Auftreten	84
4.3.1.	Einfluß windinduzierten Auftriebs	84
4.3.2.	tagesperiodische Vertikalwanderungen	88
4.4.	Bestandsentwicklung in der Kieler Bucht	92
4.4.1.	Wachstum	92
4.4.2.	mögliche Todesursachen	97
5.	Ohrenqualen als Nahrungskonkurrenten und Räuber der Fischbrut	103
5.1.	Einfluß von Ohrenqualen auf andere Planktonbestände der Kieler Bucht	104
5.2.	Wegfraß von Heringslarven durch Ohrenqualen	109
5.3.	Korrelationen im Auftreten zwischen Ohrenqualen und Heringslarven	116
6.	Zusammenfassung	122
7.	Literatur	127

1. EINLEITUNG

Scyphomedusen sind aufgrund ihrer erheblichen Größe die allgemein bekannteste Quallengruppe. Ihr Massenauftreten kann zeitweise gewaltige Ausmaße annehmen. So berichtet MÖBIUS (zitiert von KRUMBACH 1930) aus der Kieler Förde, daß es ihm Schwierigkeiten bereitete, sein Ruderboot durch einen Aurelia-Schwarm zu bewegen. In zahlreichen anderen Küstengebieten wurden ebenfalls riesige Aurelia-Schwärme beobachtet: vor Schottland (KRUMBACH 1925), Island (KRAMP 1939), Cuba (KRUMBACH 1925), Japan (MATSUEDA 1969, YASUDA 1979), Kamtschatka (VANHÖFFEN 1906) und in der Barentssee (ZENKEVITCH 1956). Vergleichbare Massenvorkommen sind auch von den Gattungen Chrysaora (SCHWEIGER 1959), Cyanea (AGASSIZ 1865, KRAMP 1939, KRUMBACH 1925, ZENKEVITCH 1956) und Pelagia (KRUMBACH 1925) beschrieben worden. Im Frühjahr 1979 beobachtete ich entlang der peruanischen Küste große Mengen von Chrysaora plocamia (Abb. 1c, d), deren Häufigkeit mit dem alljährlichen Massenauftreten von Cyanea capillata im Skagerrak und Kattegat vergleichbar war. Riesenschwärme von Aurelia- und Cyanea-Medusen wurden bereits in einigen der frühesten meeresbiologischen Studien vermerkt (KALM 1753 und BASTER 1762, beide zitiert von EIMER 1878; MOHR 1786 und FABER 1829, beide zitiert von KRAMP 1939).

Die Populationsdynamik der Scyphomedusen ist bislang nur unvollständig bekannt. Nicht einmal für die relativ gut untersuchten Küstengewässer des Nordatlantiks existieren ausreichende Daten, mittels derer sich die ökologische Bedeutung der Medusen für das Planktonsystem abschätzen ließe.

Eine Ursache für diese Wissenslücke ist wohl die unhandliche Größe der Quallen, die eine Bestandserfassung mit den Standardmethoden der Planktologie nicht zuläßt. Größe und Volumen lassen sich oft nur grob schätzen. Andere Gründe sind das rasante Wachstum der Scyphomedusen und ihre extrem ungleichförmige Verteilung im Meer, die zahlreiche, kurz aufeinander folgende Probennahmen erforderlich machen.

Bislang wurden Bestandsuntersuchungen an Scyphomedusen von drei Arbeitsgruppen begonnen. HAY und Mitarbeiter untersuchten sie als Beifang während der internationalen Junggadiden-Aufnahmen 1974-1980 in der Nordsee (HAY & ADAMS 1975, HAY & al. 1976; HAY & HISLOP 1977, 1978, 1979, 1980). Leider konnten sie nur Verbreitungs- und Häufig-

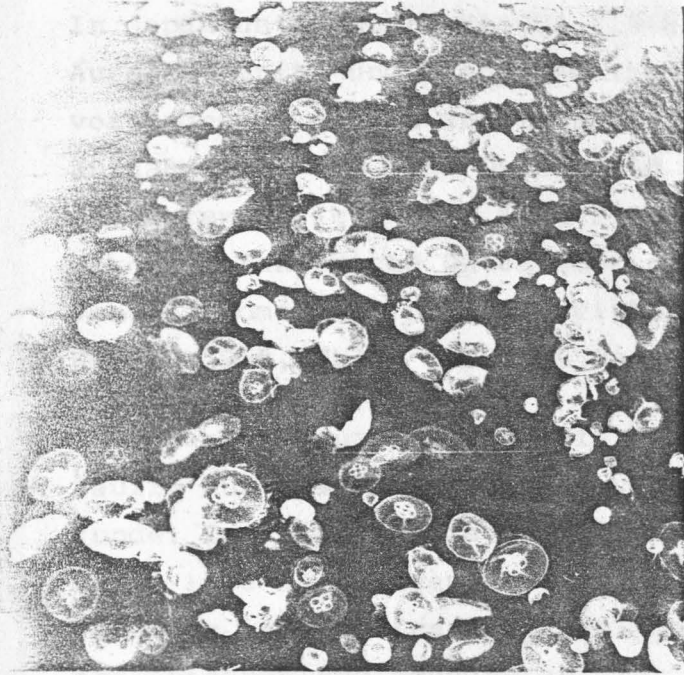


Abb. 1a.
Massenaufreten von *Aurelia aurita*
in der Kieler Förde

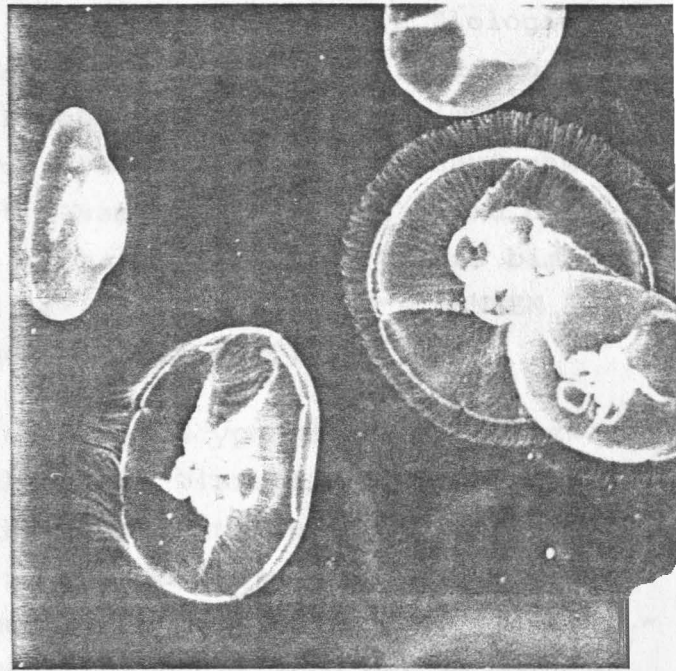


Abb. 1b.
Aurelia aurita
Mitte und oben links: reife Männchen
oben, rechts und unten: reife
Weibchen

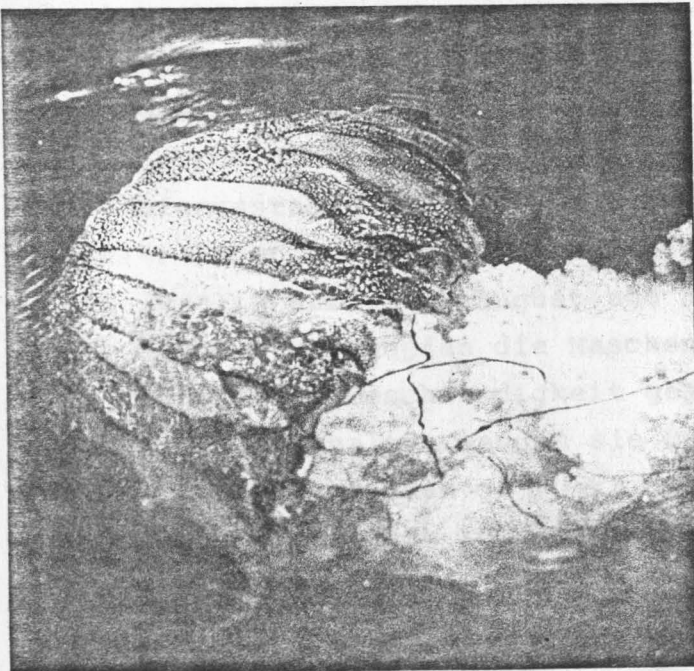


Abb. 1c.
Chrysaora plocamia, Peru,
Schirmdurchmesser 50 cm

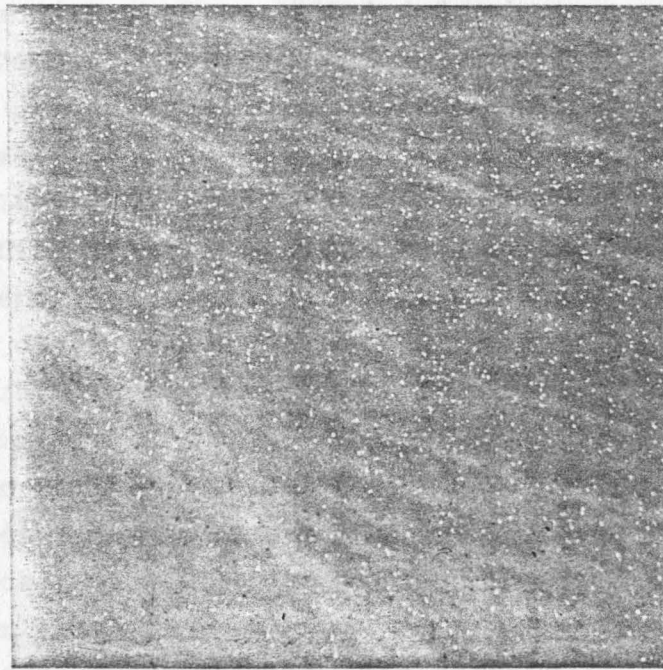


Abb. 1d.
Massenaufreten von *Chrysaora*
plocamia vor der peruanischen
Küste, Aufnahme aus ca. 800 m
Höhe

keitsdaten von jährlich einer Bestandsaufnahme zur Verfügung stellen. In Japan untersuchte YASUDA (1968, 1969, 1971, 1979) die Biologie von *Aurelia aurita* und beschrieb ihr Auftreten im Jahresverlauf. In der vorliegenden Arbeit werden eigene Ergebnisse einer einmaligen Bestandsaufnahme in Nord- und Ostsee und von wiederholten Bestandsaufnahmen der Ohrenqualle in der Kieler Bucht zusammengefaßt. Ergänzend dazu werden umfangreiche Daten über das Wachstum präsentiert, das bislang von Scyphomedusen nur unzureichend bekannt ist (HAMNER & JENSEN 1974, KRÜGER 1968, THIEL 1958, 1959a, 1966, YASUDA 1971).

Eine Untersuchung über die Biologie der Scyphomedusen führt zwangsläufig zur Beschäftigung mit verschiedenen Disziplinen der Meereskunde. Zwar zählen die Quallen selbst zum Plankton, doch sind sie durch ihre Polypengeneration auch an das Benthos gebunden. Ihre Verbreitung in der See hängt weitgehend von hydrographischen und meteorologischen Bedingungen ab. Zur Bestandsabschätzung der Medusen müssen Methoden herangezogen werden, die der Fischereibiologie zur Untersuchung von Jungfisch- und Fischbrutbeständen anwendet.

Der Anstoß zu dieser Arbeit kam ebenfalls von seiten der Fischereibiologie. Durch das Massenauftreten von Scyphomedusen wird die Fischerei in vielen Gebieten zu bestimmten Jahreszeiten stark behindert, wenn nicht gar unmöglich gemacht (Tab. 1). Vor der peruanischen Küste wurde eine versuchsweise begonnene Stellnetzfisherei wegen Behinderung durch die bis zu 50 cm Durchmesser erreichende *Chrysaora* bereits im Anfangsstadium wieder eingestellt (ARNTZ, mündl. Mitt.). In der Kieler Bucht kommt die Schleppnetzfisherei wegen des Massenauftretens der *Aurelia aurita* im August und September weitgehend zum Erliegen. Die Medusen verstopfen die Maschen derart, daß die Netze nicht mehr mit effektiver Geschwindigkeit geschleppt werden können. Trotz ihres hohen Wassergehaltes werden sie beim Hieven in der Mehrzahl nicht durch die Netzmaschen gedrückt, ein Massenfang von Scyphomedusen führt daher vielfach zum Platzen des Netzes. Auch Stellnetze werden durch darin verfangene Medusen blockiert. Während die Schadwirkung der in der Ostsee häufigen Aurelien lediglich in einem Verstopfen der Netze liegt, kommt bei den in der Beltsee und Teilen der Nordsee massenhaft auftretenden, stark nesselnden *Cyanea*-Arten noch eine Gesundheitsgefährdung der Fischer hinzu. Vergiftung durch *Cyanea*-Arten hat ferner in Schottland zu Massensterben von in Netzkäfigen gehälterten Salmoniden geführt (MUNRO, mündl. Mitt.).

Aber nicht nur die Fischerei wird durch Quallen behindert. In zahlreichen Küstengewässern wird Baden durch das Auftreten von Nesselquallen zu einem Gesundheitsrisiko. STADEL (1964) beschrieb Schäden, die beim Menschen durch den Kontakt mit nordeuropäischen Feuerquallen auftreten können. Selbst die für den Menschen harmlosen Ohrenquallen wirken sich, wenn sie in Massen auftreten, negativ auf den lokalen Tourismus aus.

Ein großes Problem stellen Medusen dar, wenn sie die Einlauffilter der Kühlsysteme von Schiffen oder Industrieanlagen blockieren. Am Kernkraftwerk Ringhals in Westschweden rechnet man im Sommer mit bis zu 1,5 Scyphomedusen pro m^3 angesaugtem Kühlwasser (MONTEN 1974). Bei einem Kühlwasserbedarf von $200 \text{ m}^3 \text{ sec}^{-1}$ ergibt sich dort eine Menge von 300 Medusen pro Sekunde bzw. $2,6 \times 10^7$ pro Tag. Der durch Filterblockierung verursachte Schaden belief sich allein im Sommer 1976 auf mehrere Millionen SKr. Nach dem Einbau schnellrotierender Filter warfen Abtransport und Lagerung von bis zu 50 t Quallen pro Stunde neue Probleme auf. Tabelle 1 zeigt, daß derartige Phänomene nicht auf den Bereich der Beltsee beschränkt sind.

Die durch Quallen hervorgerufenen Schäden lassen sich aber nur in wenigen Einzelfällen quantifizieren. Aus wirtschaftlicher Sicht noch schwerwiegender als die bislang erwähnten direkten Beeinträchtigungen von Fischerei, Kraftwerken und Tourismus wirkt sich möglicherweise der Einfluß von Scyphomedusen auf Fischbrut- und Jungfischbestände aus. Schon seit längerem besteht der Verdacht, daß Quallen indirekt als Nahrungskonkurrenten oder direkt als Räuber auf Fischbestände einwirken (FRASER 1962, MAYER 1912, NELSON 1925, RUSSELL 1935).

Die Kieler Bucht bietet günstige Voraussetzungen, um am Beispiel der Ohrenqualle *Aurelia aurita* die Populationsdynamik einer Scyphomeduse und ihren Einfluß auf ein Planktonsystem zu erforschen. Innerhalb des Nordostatlantiks ist die Kieler Bucht eine der Hauptproduktionsstätten dieser Quallenart. Die bislang einzige umfangreiche Felduntersuchung über eine *Aurelia*-Polypenkolonie wurde ebenfalls hier durchgeführt (THIEL 1962). Als Fischart, die durch das Massenauftreten der Medusen beeinträchtigt sein könnte, kommt vor allem der Hering in Betracht. Larven der im Frühjahr laichenden Rasse schlüpfen im Mai und Juni - genau während der stärksten Wachstumsphase der Ohrenquallen und somit zur Zeit ihres größten Nahrungsbedarfs.

Tab. 1.

durch Quallen verursachte Behinderungen der Fischerei und Blockierung von Kühlwassereinläufen

A. Behinderung der Fischerei		
Ort	Art	Quelle
Skagerrak	<i>Tima bairdii</i>	BERNT (1967)
Bergen (Norwegen)	<i>Aurelia aurita</i>	FOSSHAGEN (Inst.mar.Biol., Blomsterdalen)
westliche Ostsee	<i>Aurelia aurita</i>	eigene Beobachtungen
zentrale Ostsee	<i>Aurelia aurita</i>	HELA (1951)
niederländische Küste	<i>Aurelia aurita</i>	MAADEN (1942)
Farøer	<i>Aurelia aurita</i>	RUSSELL (1970)
Constanta (Rumänien)	<i>Aurelia aurita</i>	GOMOIU (Romanian mar. Res. Inst., Constanta)
Wakasa Bay (Japan)	<i>Aurelia aurita</i>	YASUDA (1979)
Skagerrak	<i>Cyanea capillata</i>	eigene Beobachtungen
Schottland	<i>Cyanea</i> sp.	MUNRO (Dep.Agric., Fish & Food Scotl., Aberdeen)
Hongkong	<i>Cyanea nozakii</i>	CHILVERS (Agric.Fish.Dep., Hongkong)
Paracas (Peru)	<i>Chrysaora</i> sp.	eigene Beobachtungen
Falkland-Inseln (Malwinas)	<i>Scyphomedusen</i>	EHRLICH (Inst.mar.Biol., Rio de la Plata)
Wesermündung, Elbmündung	<i>Pleurobrachia pileus</i>	eigene Beobachtungen
Gulf of Maine	<i>Nanomia cara</i>	ROGERS & al. (1978)
Gulf of Maine	"coelenterates"	SHERMAN & al. (1979)
B. Blockierung von Kühlwassereinläufen		
Ort	Art	Quelle
Ringhals (West-schweden)	<i>Aurelia aurita</i> , <i>Cyanea</i> spp.	WAHLBERG (Svenska Vattenfall, Rokstal)
Kiel, westliche Ostsee	<i>Aurelia aurita</i>	eigene Beobachtungen
japanische Küste	<i>Aurelia aurita</i>	MATSUEDA (1969)
peruanische Küste	<i>Chrysaora</i> sp.	SCHWEIGGER (1959)

Die Kieler Bucht zählt zu den biologisch am besten untersuchten Meeresgebieten (Literaturzusammenstellungen bei MÖLLER 1976, 1980). Abgesehen von den Quallen liegen über die saisonalen Bestandsfluktuationen aller wichtigen Planktongruppen meist mehrjährige Beobachtungen vor. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse von BODUNGEN (1975), BRÖCKEL (1975), HILLEBRANDT (1972), LOHMANN (1908), MARTENS (1975), SCHNACK (1975, 1978) und SMETACEK (1975), wie sie in der vorliegenden Arbeit durchgeführt wird, gibt einen Überblick über den typischen Jahresgang des Planktons. Die zusätzlich neu eingebrachten Kenntnisse über die Biologie der Ohrenqualle fügen sich gut in dieses Bild ein und bieten neue Aspekte für eine Diskussion des Stoffkreislaufs im Plankton.



2. MATERIAL UND METHODE

2.1. AUSFAHRTEN UND FANGGERÄTE

Neben der Auswertung von Literaturdaten bilden 3 Probenserien den Kern der Bestandsabschätzungen:

- (1) Als Momentaufnahme wurde im Sommer 1978 die großräumige Verteilung des Planktons $>0,5$ mm in Nord- und Ostsee untersucht.
- (2) Entlang der Küste der Kieler Bucht, einem Hauptproduktionsgebiet der Ohrenquallen, wurde 1976-1977 bei monatlicher Probennahme die Entwicklung der Quallenbiomasse im Jahresverlauf bestimmt.
- (3) Wöchentliche Probenserien aus der Kieler Förde 1978-1979 sind die Grundlage für Wachstumsberechnungen an der Ohrenqualle. Sie wurden 1980 und 1981 jeweils während der Aufwuchsphasen der lokalen Heringslarvenpopulationen (April bis Juni) fortgesetzt.

Eine Übersicht über die einzelnen Schiffsfahrten und die jeweilige Art der Probennahme gibt Tab. 2. Als Fanggerät wurde meist ein Ringnetz mit 1 m Öffnungsdurchmesser und 0,5 mm Maschenweite bei 4,2 m Netzlänge (CalCOFi-Netz) eingesetzt. Mittels Drahtwinkelmessung wurde versucht, es im Schräghol bis auf 1 m über Grund zu steuern. Häufige Bodenberührungen des Scherfusses während der Serienfahrten in Kieler Bucht und Kieler Förde zeigten an, daß dieses Ziel annähernd erreicht wurde. Die Schleppgeschwindigkeit betrug 3-4 kn. Das filtrierte Wasservolumen wurde mit Hilfe eines Durchstrommessers errechnet. Bei zahlreichen Fängen in den Monaten Juli bis September waren die Maschen durch Quallen weitgehend verstopft, sodaß die Filtrationsleistung des Netzes bis auf ca. $1/3$ reduziert war. Eine wesentliche Beeinträchtigung der Ergebnisse ist jedoch nicht zu erwarten, da gleichzeitig nur wenig schnellflüchtige Planktonarten auftraten.

Neben 8 einmaligen Fahrten mit jeweils unterschiedlichen Stationen wurden auf 2 Fahrtengruppen die Stationsreihen wiederholt abgefischt. Eine dieser beiden Serienfahrten führte in den Jahren 1976-1977 entlang der 8-m-Tiefenlinie von der Geltinger Bucht bis in die nördliche Lübecker Bucht (Abb. 2, 3). Auf den Stationen 22, 23, 38 und 39 betrug die Wassertiefe ausnahmsweise 13-21 m. Alle Berechnungen, die sich im

Zeitraum	Gebiet	Schiff	Anzahl Serien	Anzahl Stationen	Anzahl Proben	mittleres filtrier- tes Wasservolumen in m ³	Fang- gerät		Tiefen- kontrolle		Bestimmung von Biomasse und/oder Anzahl											
							CalCOFi, 0,5mm	Meßhai, 0,3mm	Drahtwin- kelmessung	Sonde							Holtiefe in m	Schräghol	Anzahl Tiefen- stufen bei Horizontalhol	24-h-Station	Medusen vermessen	
											Scyphomedusen	andere Medusen	Decapodenlarven	Copepoden	Chaetognathen	Ichthyoplankton						Hyperbenthos
16. 3.76- 21. 6.77	Kieler und Lübecker Bu. (Abb. 2)	Alkor und H. Watten- berg	13	62	771	688	X		X		7	X				X	X	X			X	X
30. 3.- 31. 3.76	Stationen 19-25 in Abb. 2	Alkor	6	7	42	1131	X		X		7- 20	X		X		X					X	X
19. 7.- 20. 7.76	Stationen 19-25 in Abb. 2	Alkor	6	7	42	443	X		X		7- 20	X		X		X					X	X
26. 7.- 27. 7.76	Stationen 36-41 in Abb. 2	Alkor	7	6	42	559	X		X		7- 20	X		X		X					X	X
10. 7.- 11. 7.78	Kieler Bucht (Abb. 5)	Alkor	1	98	98	180	X		X		7- 32	X				X						
27. 4.78- 19. 6.81	Kieler Förde (Abb. 4)	Sagitta	62	26	1604	188	X		X		7	X			X	X	X	X			X	X
1. 8.- 24. 8.78	Nordsee (Abb. 6)	Anton Dohrn	1	97	97	557	X			X	max. 100	X			X	X	X	X	X	X		
4. 9.- 15. 9.78	Ostsee (Abb. 6)	Alkor	1	271	271	592	X		X		max. 100	X			X	X	X	X	X	X		
22. 8.- 23. 8.79	Eckernförd. Bucht (Abb. 5)	Alkor	19	1	95	52		X		X	17- 22		5	X		X						X
8.10.- 10.10.79	Hohwachter Bucht (Abb. 5)	Alkor	45	1	221	55		X		X	10- 13		5	X		X	X	X	X	X	X	X

Tab. 2.

Daten zur Methodik und Probenbearbeitung bei den einzelnen Ausfahrten

folgenden auf die eigentliche Kieler Bucht beziehen, erfolgten unter Ausschluß der Stationen 22, 23 und 35-46. Insgesamt wurden auf 13 Serien jeweils 62 Stationen abgefischt, bis zu 10 Stationen pro Serie fielen wegen schlechter Witterung aus. In einigen Fällen bestand die Serie aus zwei Einzelfahrten. Zur Erfassung des nachts vom Boden aufsteigenden Hyperbenthos wurden auf den Stationsgruppen 19-25 und 36-41 insgesamt drei 22-h-Fänge im 2,5-h-Rhythmus durchgeführt.

Die zweite Serie umfaßte 26 Stationen in der Kieler Förde (Abb. 4). Hier wurden von Mai 1978 bis November 1979, von April bis Juni 1980 und von April bis Juni 1981 meist wöchentlich Proben entnommen (Abb. 3). Der Eiswinter 1978/79 zwang zu einer sechswöchigen Unterbrechung. Auch bei dieser Serie betrug die Wassertiefe in der Regel 8 m. Auf den beiden tieferen Stationen 19 und 23 wurden nur die oberen 7 m abgefischt. Im Bereich der Holtenauer Schleuse (Stat. 20) wurde das Netz 1 m unter der Wasseroberfläche geführt.

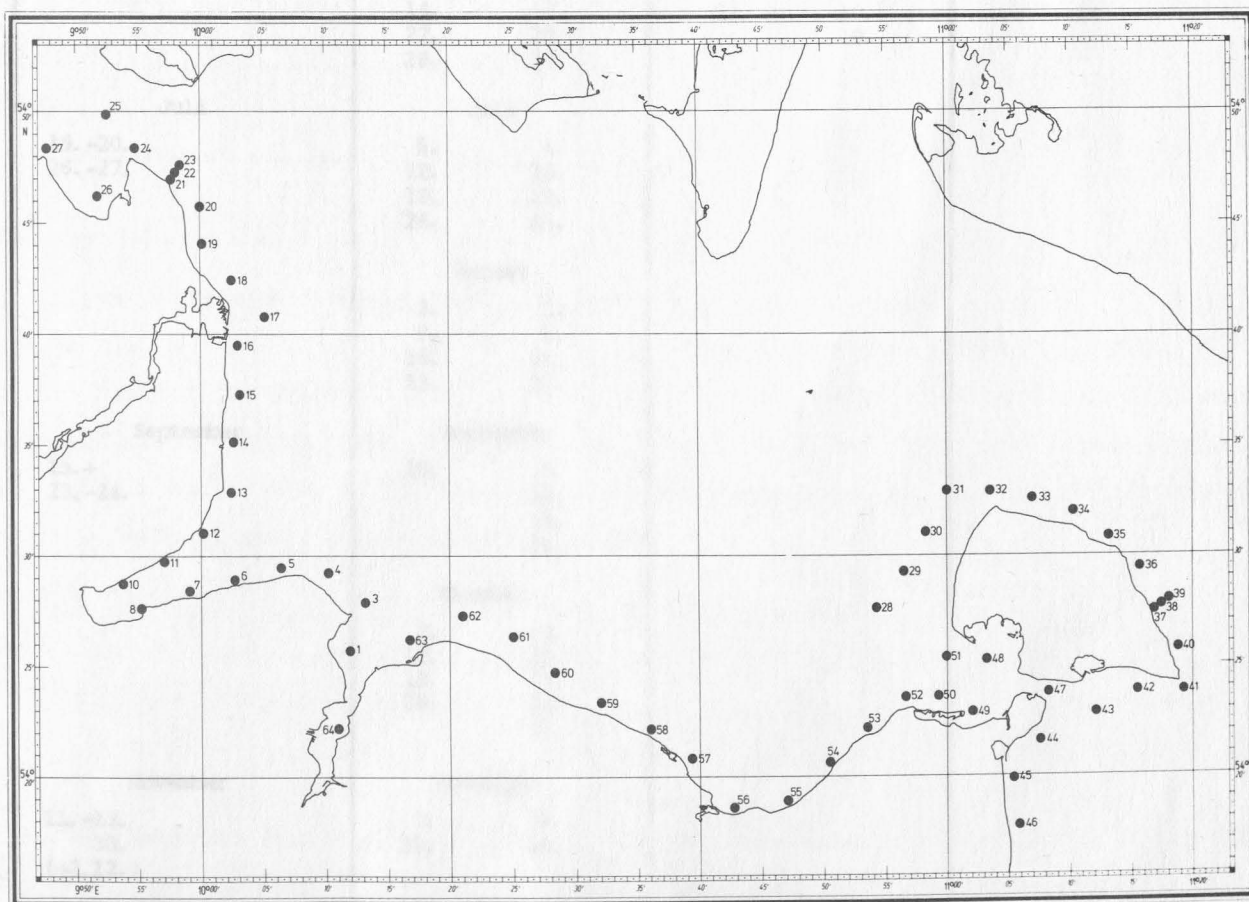


Abb. 2.

Stationsplan der Serienfahrten in der Kieler Bucht 1976-1977

1976	1977	1978	1979	1980	1981
Januar 3.-5.		Januar 4. 18. 31.(+2.2.)			
Februar 14.-15.		Februar 2.(+31.1.)			
März 16.-18. 16. 21.-22.		März 14. 28.			
April 15.+28.		April 27. 11. 17. 25.		April 30. 17. 23. 29.	
Mai 2.+3.+6.		Mai 9. 2. 17. 9. 25. 16. 31. 23. 31.		Mai 8. 5. 14. 13. 21. 20. 28.	
Juni 14.-16. 20.-21.		Juni 8. 6. 14. 11. 22. 20. 28. 27.		Juni 4. 1. 11. 10. 19.	
Juli 19.-20. 26.-27.		Juli 5. 4. 12. 12. 19. 19. 26. 25.			
		August 2. 1. 9. 8. 16. 21. 23. 29.			
September 15.+ 23.-24.		September 19. 6. 12. 19. 26.			
		Oktober 2. 3. 12. 11. 18. 17. 25. 24. 31.			
November 11.-13. 30. (+2.12.)		November 7. 8. 23. 16.			
Dezember 2. (+30.11.)		Dezember 6. 12.			

Abb. 3.

Termine der Proben-
nahmen entlang der
Küste der Kieler
Bucht (1976-1977,
siehe Abb. 2) und
in der Kieler Förde
(1978-1981, siehe
Abb. 4)

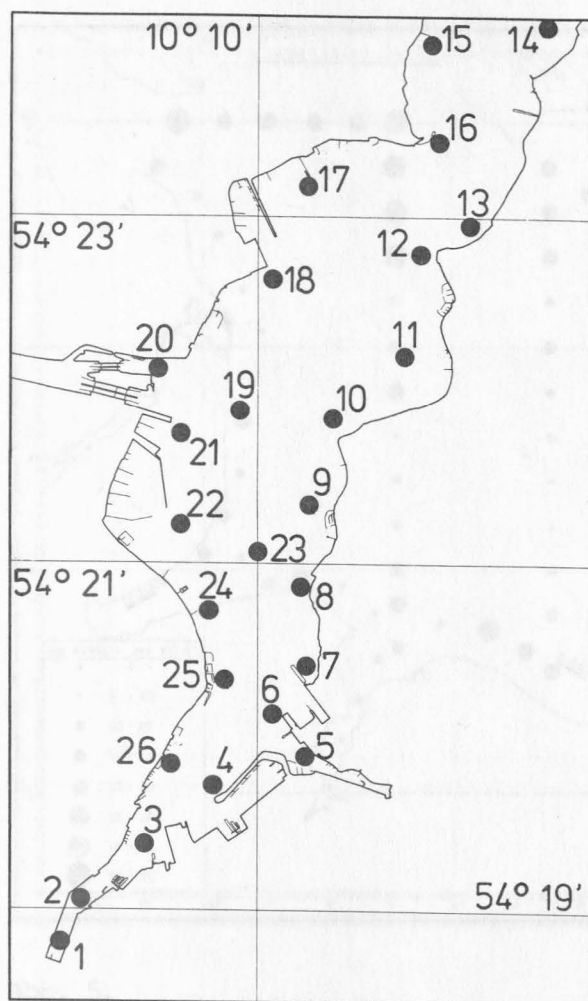


Abb. 4.

Stationsplan der Serienfahrten
in der Kieler Förde 1978-1981

Eine einmalige Bestandsaufnahme der Scyphomedusen wurde im Juli 1978 auf 98 Stationen in der Kieler Bucht durchgeführt. In Abb. 5 sind auch die Grenzen des als Kieler Bucht definierten Gebietes eingezeichnet. Es umfaßt eine Fläche von 3.352 km^2 und ein Wasservolumen von $52,5 \text{ km}^3$. Die Flächenanteile (Volumenanteile) einzelner Tiefenzonen verteilen sich folgendermaßen:

0 - 6 m	:	9,6 %	(1,9 %)
7 - 10 m	:	10,8 %	(5,5 %)
11 - 20 m	:	47,3 %	(45,3 %)
21 - 32 m	:	32,2 %	(47,2 %)

Die beiden Bestandsaufnahmen in der Nordsee (August 1978) und der Ostsee (September 1978) wurden für die folgenden Berechnungen zeitgleich gewertet. Die 97 Stationen in der Nordsee waren zufallsmäßig verteilt, die 271 Ostseestationen wurden nach Möglichkeit auf die 8-m-Tiefenlinie bzw. auf die Mittellinie der Ostsee gelegt (Abb. 6).

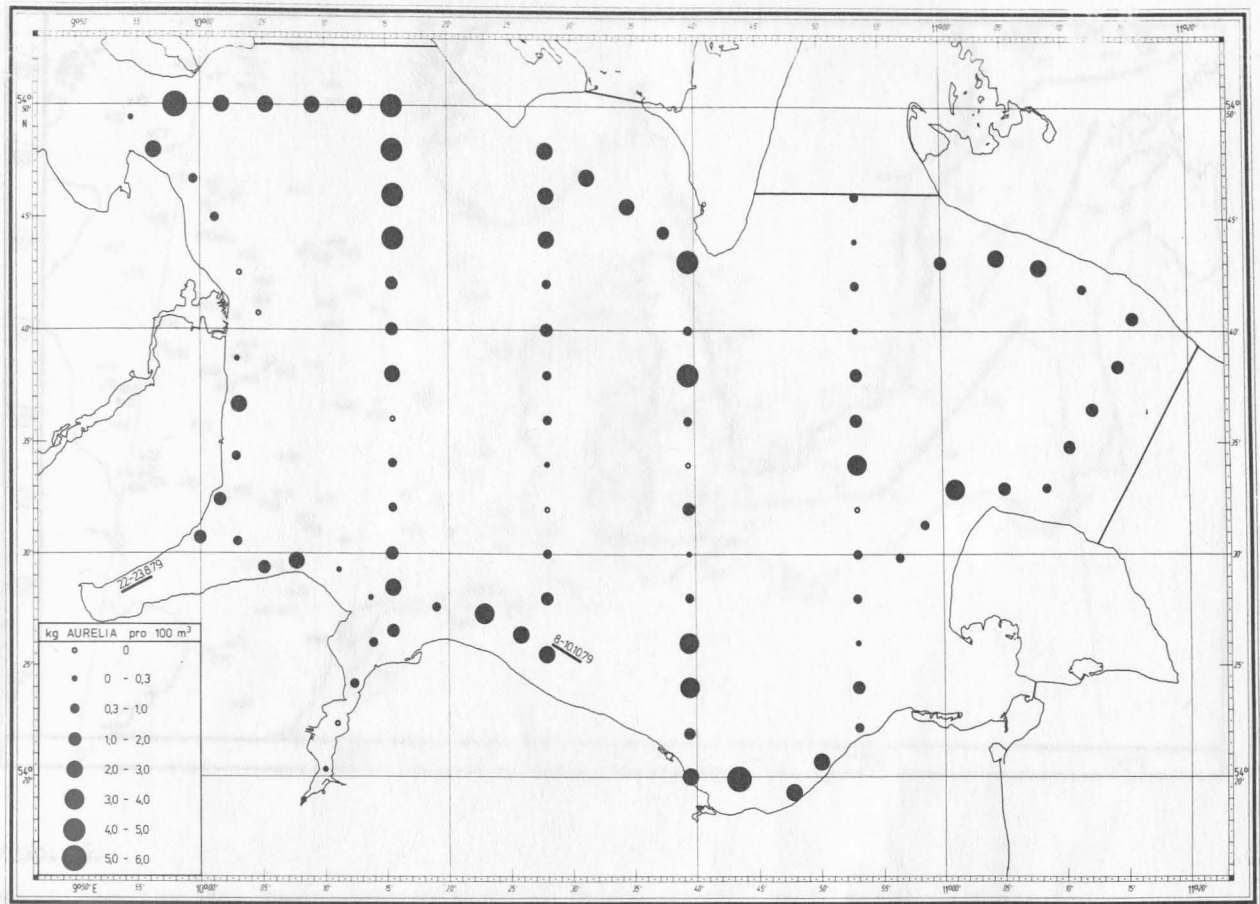


Abb. 5.
geographische Grenzen der Kieler Bucht;
Lage der beiden Meßhai-Stationen 1979 (Balken)
Stationsplan (Punkte) und Ergebnisse der Aurelia-Bestandsaufnahme am 10.-11.7.1978

Die Daten in Abb. 9, 10 und 15 stellen Mittelwerte von 1-5 Stationen im Kattegat, von 9-11 in der Ostsee und von 1-7 Stationen zwischen jeweils 3 Längen- und 2 Breitengraden in der Nordsee dar.

Im August und Oktober 1979 wurde in Zusammenarbeit mit T. POMMERANZ auf zwei Stationen in der Eckernförder und der Hohwachter Bucht (Abb. 5) die Vertikalwanderung von Plankton und Hyperbenthos untersucht. Hierbei kam ausnahmsweise der Meßhai (POMMERANZ & al. 1979) mit sechs 300- μ m-Netzen zum Einsatz. Neben einem Vertikalhol wurde auf 5 Tiefenstufen gefischt. Da die Wassertiefe auf der Meßstrecke zwischen 18 und 23 m schwankte, erwies sich eine Aufteilung in 2, 5 und 10 m Wassertiefe sowie 1,5 und 5 m über Grund als günstig. Die Holdauer betrug jeweils 5 min.

Auf allen Ausfahrten zusammen wurden 3.687 Hols durchgeführt und 1.242.644 m³ Wasser durchfischt.

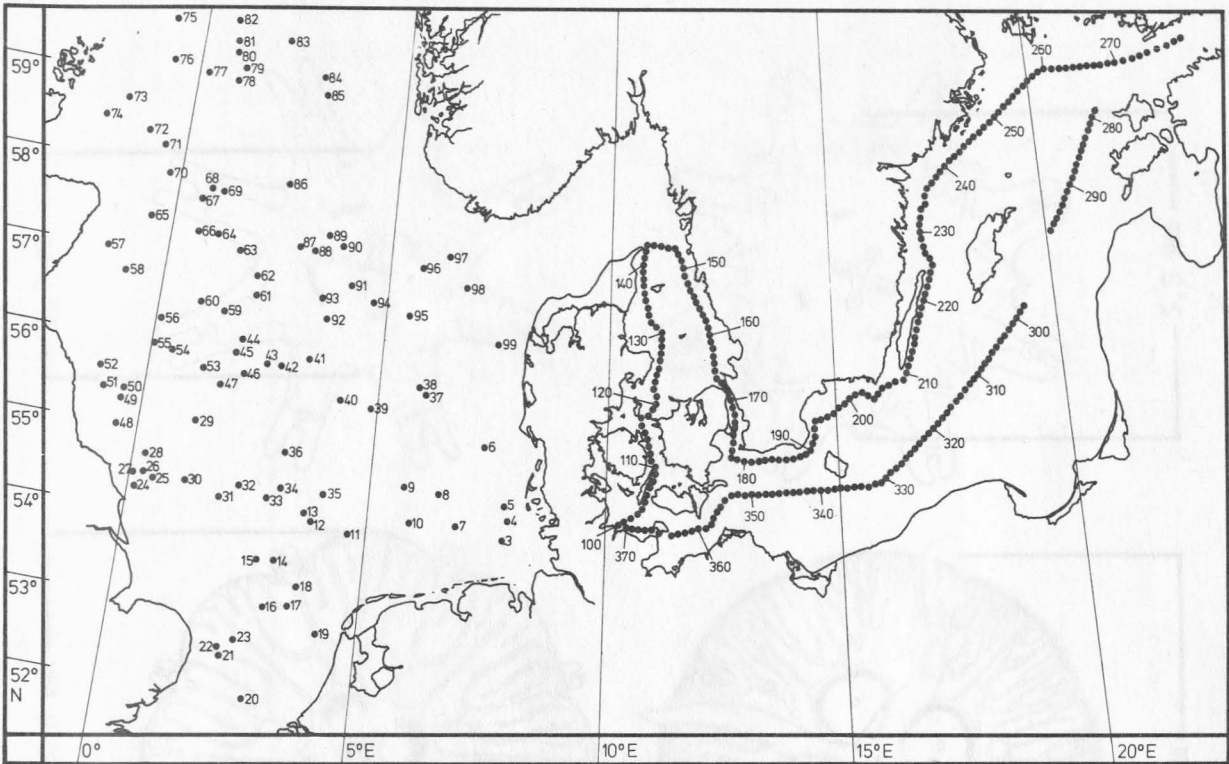


Abb. 6.

Stationsplan der Bestandsaufnahme in Nordsee (1.-24.8.1978) und Ostsee (4.-15.9.1978)

2.2. PROBENBEARBEITUNG

Quallen mit mehr als 4 cm Durchmesser wurden unmittelbar nach dem Fang bearbeitet. Ihr Durchmesser wurde auf Höhe der Velarappen gemessen (Abb. 7), die Qualle dazu umgedreht. Bis zu einer Größe von 10 cm wurde auf den unteren mm, darüber auf den unteren cm gemessen. Quallen unter 1 cm werden im folgenden als Ephyren, größere als Medusen bezeichnet. Zur Volumenbestimmung wurden die Medusen kurz abgetropft und in Standzylinder gegeben, bei Fängen über 30 kg erfolgte die Bestimmung in Eimern mit Liter-Einteilung. Das Gewicht von 1 Liter wurde mit 1 kg gleichgesetzt.

Bei der Messung fixierter Quallen wurde die formalinbedingte Schrumpfung berücksichtigt. Der Durchmesser von Aurelia-Medusen verringert sich in 4-%igem Formaldehyd um bis zu ca. 30 %. Die Schrumpfung ist bei großen Quallen ausgeprägter als bei Ephyren. Bei einem Lebenddurchmesser von 1,3-8,0 mm macht sie durchschnitt-



Tab. 1.

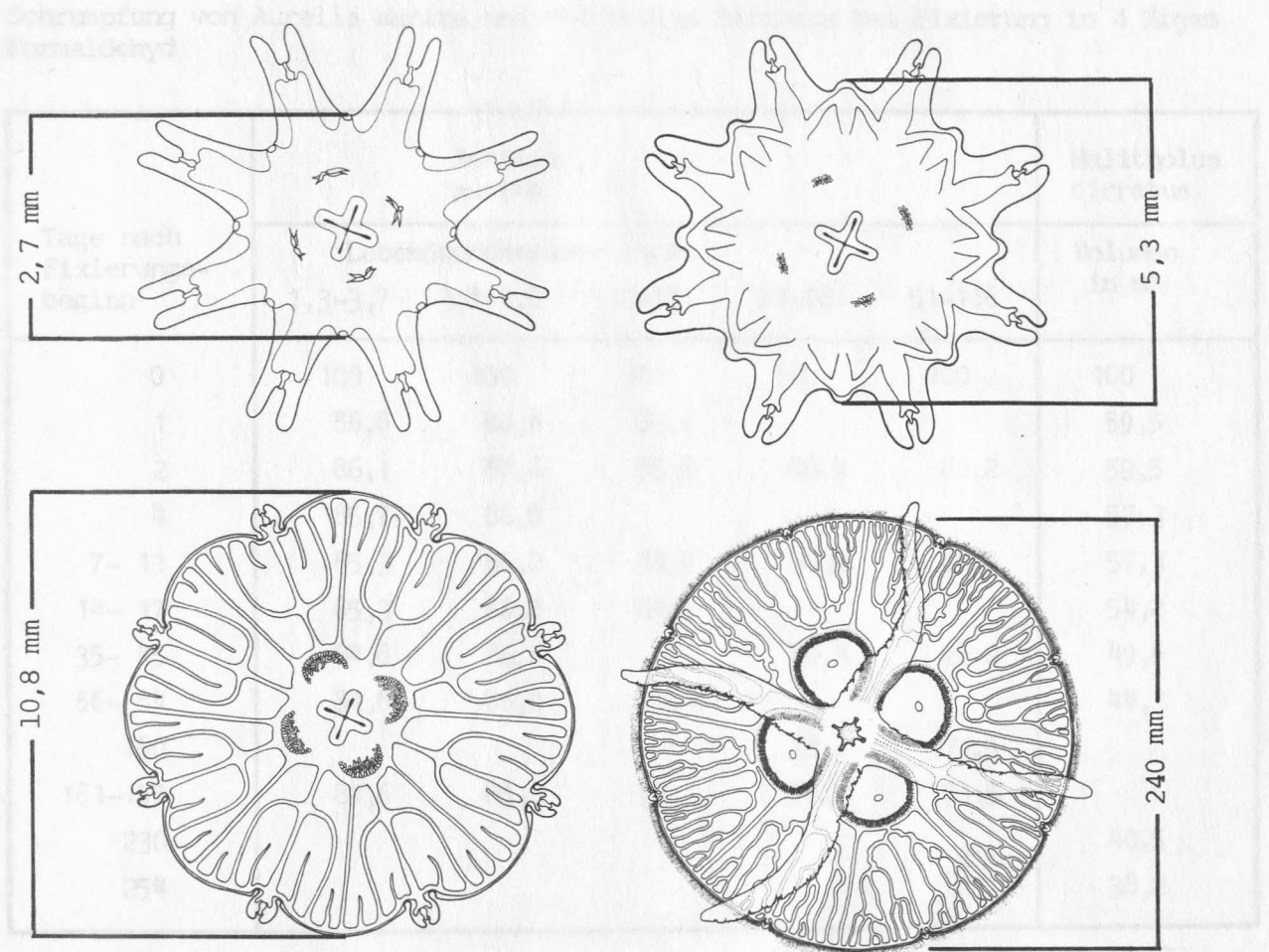


Abb. 7. Volumen von 330 Individuen von *Aurelia aurita* nach 63 % von 131 auf 50 ml. Durchmesserbestimmung bei *Aurelia aurita* nach 1 Monat erreicht. Die Schrumpfung anderer Hydromedusen von *Ephyra* pilosa wurde der von *Halitholus* gleichgesetzt.

lich 14,9 % aus (Tab. 3). Allen Größengruppen ist gemein, daß ihre Durchmesser bereits nach 2 Tagen Fixierung um etwa 14 % abgenommen haben. Der Endwert wird nach ca. 6 Wochen erreicht. Zur Rückrechnung des Lebenddurchmessers wird im folgenden der Durchmesser fixierter Quallen (< 40 mm) um 17,5 % ergänzt. Alle in Tab. 3 gezeigten Werte sind Mittel aus 3 Messungen von je 64 Individuen. Die Abweichungen der einzelnen 3 Werte von ihrem Mittel lagen stets unter 1,5 %.

Das Volumen der Aurelien reduziert sich nach sechswöchiger Formalinfixierung um 62,5 % (Mittelwert aus 3 x 10 Liter Medusen). Ähnliche Werte ergaben sich für die Hydromeduse *Halitholus cirratus*. Das

Tab. 3.

Schrumpfung von *Aurelia aurita* und *Halitholus cirratus* bei Fixierung in 4 %igem Formaldehyd

Tage nach Fixierungs- beginn	Aurelia aurita					Halitholus cirratus
	Lebenddurchmesser in mm					Volumen in ml
	1,3-3,7	3,8-8,0	10-18	21-50	51-116	
0	100	100	100	100	100	100
1	86,8	88,4	85,6			59,5
2	86,1	87,6	85,6	86,9	86,2	59,5
4	85,7	86,8				57,3
7- 11	85,3	86,0	84,9	81,2	80,5	57,3
14- 17	85,3	86,2	84,9			54,2
35- 45	84,6	86,0		80,4	76,2	49,6
66- 84	84,6	86,0	79,1			44,3
160				78,2	71,5	
181-197	84,6	85,6	79,1	78,5	71,5	
230						40,5
254						38,2

Gesamtvolumen von 330 Individuen sank um 62 % von 131 auf 50 ml, allerdings wurde dieser Endwert erst nach 6 Monaten erreicht. Die Schrumpfung anderer Hydromedusen und von *Pleurobrachia pileus* wurde der von *Halitholus* gleichgesetzt.

Die parasitischen *Hyperia galba* wurden nur aus den Fängen der Jahre 1978-1979 vollständig aus den Quallen herausgesammelt. In den anderen Jahren wurde ihre Menge hochgerechnet, nachdem je Serie die in 5 Liter Quallen verbliebenen Parasiten bestimmt worden waren.

Die durch den Fangvorgang in die Medusen hineingepreßte und somit nicht berücksichtigte Anzahl von Fischlarven erwies sich als gering und wurde vernachlässigt. Am 26.7.1976 wurde auf Stat. 20 die in 3 x 10 Liter bereits vermessenen Quallen enthaltenen, nicht-angedauten Grundellarven gezählt. Das statistische Mittel der 3 Werte lag bei 1,5 % (n = 8, 13, 6) der in der Restprobe verbliebenen Grundeln.

Die Restproben wurden in 4 %iger Formaldehydlösung fixiert. Alle Größen- und Volumenangaben wurden auf den Lebendzustand umgerechnet, nur die Längenangaben von Fischlarven beziehen sich auf den fixierten Zustand.

Einen Überblick über die Aufarbeitung der Restproben gibt Tab. 2. Decapodenlarven und Chaetognathen wurden ohne Artbestimmung gezählt und ihr Trockengewicht bestimmt. Das Gesamtrockengewicht der Copepoden wurde nur von Proben der Nord- und Ostseefahrt sowie von den Meßhai-Fängen ausgewertet. Alle anderen Gruppen wurden bis zur Art oder Gattung bestimmt, gezählt und bei 80 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Gegenüber einer Trocknung bei 60 °C ist mit einem Gewichtsschwund von 2,7 % zu rechnen (Mittelwert aus 8 Vergleichswägungen von Heringslarven: $\bar{x} = 2,67$; 8 Vergleichswägungen von Aurelia-Medusen: $\bar{x} = 2,70$). Dieser Gewichtsschwund wird bei den

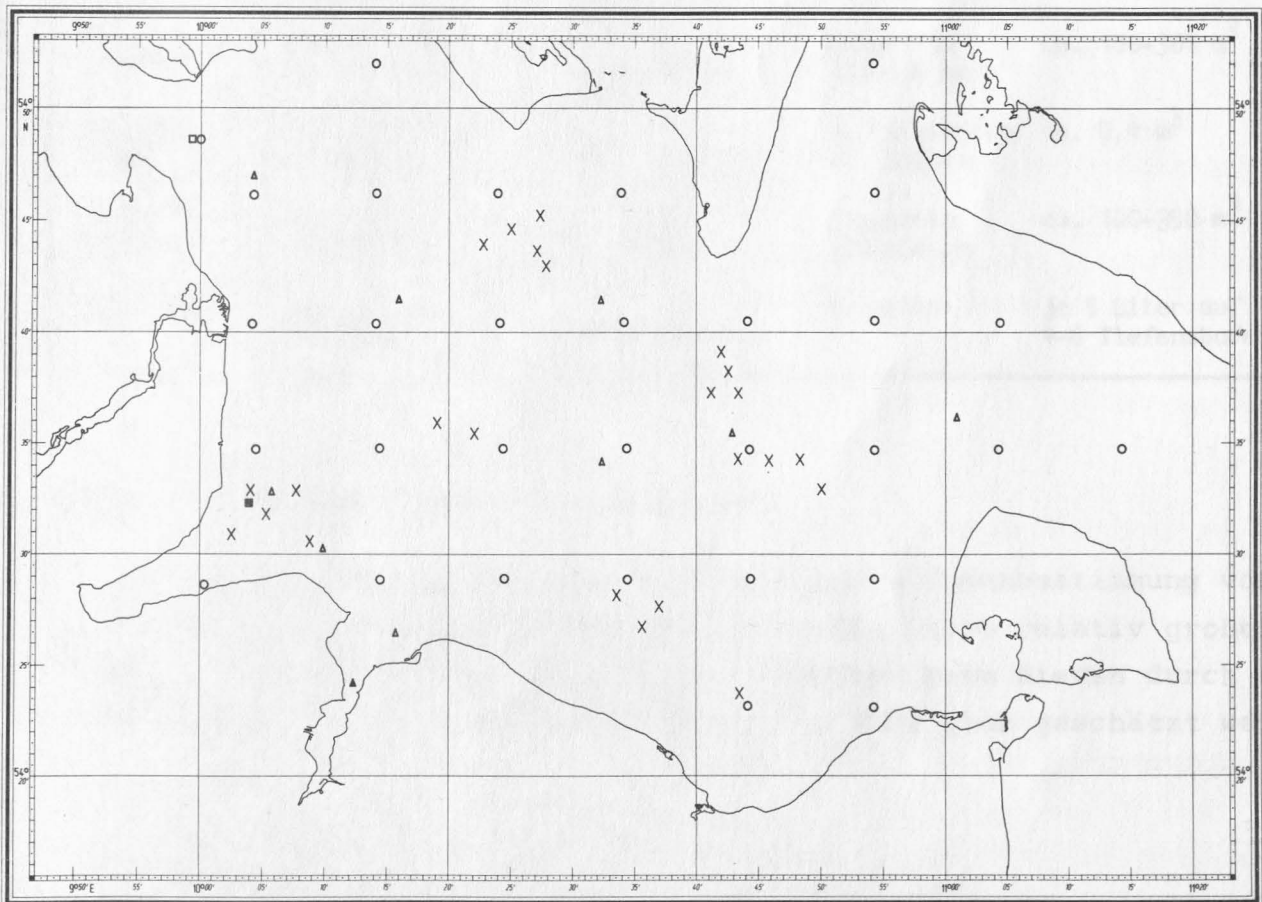


Abb. 8.

Untersuchungsstationen der im Text zitierten Autoren, Erklärung der Symbole in Tab. 4

Tab. 4.

Grunddaten zur Methodik der hier zitierten Autoren

	Zeitraum und Häufigkeit der Probennahme	Anzahl und Positionen der Stationen	Fanggerät	mittleres Probenvolumen
ARNTZ (1971)	Mär 68 - Jan 69 7 Serien	24 X in Abb. 8	Van-Veen-Bodengreifer	0,3 m ² Bodenoberfläche
BODUNGEN (1975)	Jan 72 - Apr 74 76 Tage	1 ■ in Abb. 8	Schöpfer	je 5 Liter auf 3-5 Tiefenstufen
BRÖCKEL (1975)	Jan 72 - Apr 74 80 Tage	1 ■ in Abb. 8	Schöpfer	je 5 Liter auf 4-6 Tiefenstufen
HILLEBRANDT (1972)	Apr 66 - Dez 68 31 Serien	max. 9 Δ in Abb. 8	Apstein-Netze 56, 335 μm	ca. 0,4 m ³
LOHMANN (1908)	Aug 05 - Aug 06 wöchentlich	1 ▲ in Abb. 8	Pumpe	0,1 m ³
MARTENS (1975)	Jan 71 - Feb 74 41 Tage	1 ■ in Abb. 8	Apstein-Netze 100, 300 μm	ca. 0,4 m ³
MÜLLER (1978)	Jan 70 - Dez 71 17 Serien	33 ○ in Abb. 8	Bongonetz 300+500 μm	ca. 100-300 m ³
SCHNACK (1975)	Nov 70 - Sep 72 21 Serien	1 □ in Abb. 8	Apstein-Netze 56, 300 μm	ca. 0,4 m ³
SCHNACK (1978)	Jan 70 - Dez 71 17 Serien	33 ○ in Abb. 8	Bongonetz 300+500 μm	ca. 100-350 m ³
SMETACEK (1975)	Jan 72 - Apr 74 80 Tage	1 ■ in Abb. 8	Schöpfer	je 5 Liter auf 4-6 Tiefenstufen

folgenden Berechnungen vernachlässigt.

Sehr große Schwierigkeiten bereitete die Volumenbestimmung von *Bolinopsis infundibulum* in der Kieler Förde. Diese relativ großen, aber sehr zerbrechlichen Ctenophoren tropften beim Hieven durch die Netzmaschen, ihr Volumen konnte daher nur sehr grob geschätzt werden.

2.3. AUSWERTUNG VON LITERATURDATEN ÜBER PLANKTONBESTÄNDE IN DER

KIELER BUCHT

Den Arbeiten von BRÖCKEL (1975), HILLEBRANDT (1972), LOHMANN (1908), MARTENS (1975), MÜLLER (1978), SCHNACK (1975) und SMETACEK (1975) wurden Daten über das Auftreten verschiedener Planktongruppen in der Kieler Bucht aus Tabellen und Abbildungen entnommen. Durch die Neuberechnung monatlicher Mittelwerte ergaben sich gelegentlich Zahlen, die in den Originalarbeiten nicht auftauchen. In wenigen Fällen wurden fehlende Werte aus jenen des vorausgegangenen und des folgenden Monats gemittelt. Sie stehen in den Tabellen in Klammern. S. SCHNACK stellte mir die ihrer 1978 erschienenen Arbeit zugrunde liegenden, aber nicht publizierten Werte zur Verfügung. In Tab. 4 sind die wichtigsten Daten zur Methodik der hier zitierten Autoren zusammengefaßt, ihre Stationen werden in Abb. 8 aufgeführt.

2.4. GEWICHTSBESTIMMUNGEN

In Tab. 5 sind die individuellen Trockengewichte jener Zooplankter aufgelistet, die im Jahresverlauf nicht wesentlich schwanken oder deren saisonale Änderungen nicht ausreichend bekannt sind. Tabelle 6 zeigt die Individualgewichte anderer Arten im Jahresverlauf. Originaldaten basieren auf der Wägung von mindestens 100 Individuen. Fehlende Werte wurden auf der Basis von LOHMANNs (1908) Volumenbestimmungen geschätzt.

Nach MARTENS (1975) wurde der Anteil des organischen Kohlenstoffs am Trockengewicht für Crustaceen und Chaetognathen auf 32 %, für Appendicularien auf 25 % geschätzt. Die organische Substanz von Hydromedusen, *Aurelia aurita* und *Pleurobrachia pileus* wurde auf 0,255 % vom Naßgewicht veranschlagt. Diesem Wert liegen Daten von THILL (1937) und KERSTAN (1977) über *Aurelia* zugrunde. Bei *Cyanea*-Arten wird der Prozentsatz der organischen Substanz auf 0,3 % geschätzt. Der Kohlenstoffgehalt einer *Pleurobrachia* beträgt nach MARTENS (1975) im Mittel 0,14 mg. Die organische Substanz von *Bolinopsis* wird auf 0,1 % ihres Naßgewichts geschätzt. Nach CUSHING & al. (1958) wird der Anteil des Kohlenstoffs an der organischen Substanz des Zooplanktons mit 58 % berechnet.

Coelenteraten

<i>Aurelia aurita</i>	1,75 % vom Naßgewicht
<i>Cyanea capillata</i>	2 % vom Naßgewicht
<i>Pleurobrachia pileus</i>	2.500
<i>Bolinopsis infundibulum</i>	1,7 % vom Naßgewicht

Copepoden

<i>Oithona</i> , Ei	0,006	geschätzt
<i>Calanoidea</i> , Ei	0,06	geschätzt
<i>Nauplius</i>	0,1	(+)
<i>Oithona</i> , Copepodit	0,3	geschätzt
<i>Calanoidea</i> , Copepodit	1,5	geschätzt

Übriges Holozooplankton

<i>Rotatoria</i>	0,07	(+) geschätzt
<i>Evadne</i> spp.	1,3	(+)
<i>Podon</i> spp.	8,5	(+)
<i>Sagitta elegans</i>	100	
<i>Oikopleura dioica</i>	10	

Zoobenthoslarven

<i>Turbellaria</i>	1	geschätzt
<i>Polychaeta</i>	1	geschätzt
<i>Bivalvia</i>	0,1	(+) geschätzt
<i>Gastropoda</i>	2	(+) geschätzt
<i>Balanus</i> - <i>Nauplius</i>	4	(+)
<i>Balanus</i> - <i>Cypris</i> (ohne Schalen)	6	(+) geschätzt
<i>Decapoda</i>	75	
<i>Bryozoa</i>	1,7	(+)

Ichthyoplankton

<i>Gadus morhua</i> , Ei	40	
<i>Platichthys flesus</i> , Ei	17	
<i>Pleuronectes platessa</i> , Ei	75	
<i>Limanda limanda</i> , Ei	10	
<i>Gobius</i> spp., Larve	150	
andere Larven	500	geschätzt

Hyperbenthos

<i>Idotea balthica</i>	1.700	
<i>Corophium</i> spp.	150	
andere Amphipoden	500	geschätzt
<i>Diastylis rathkei</i>	2.250	
<i>Mysidacea</i>	1.200	

Tab. 5.

mittlere Trockengewichte
in μg pro Individuum;

Schätzwerte oder Mittel-
werte aus der Wägung von
mindestens 100 Individuen
pro Art;

Originaldaten und Zitate
(+) aus HILLEBRANDT (1972)



Tab. 6.

Trockengewichte in μg pro Individuum von Cladoceren und Copepoden (berechnet nach HILLEBRANDT 1972 und SCHNACK 1975) und von Coelenteraten, *Hyperia galba*, Decapodenlarven und Ichthyoplankton (Original);
Werte in Klammern sind Schätzungen

	<i>Aurelia aurita</i> Ephyre	<i>Halitholus</i> <i>cirratus</i>	Podon sp.	<i>Pseudocalanus</i> <i>elongatus</i>	<i>Paracalanus</i> <i>parvus</i>	<i>Temora</i> <i>longicornis</i>	<i>Centropages</i> <i>hamatus</i>	<i>Acartia</i> sp.	<i>Oithona</i> <i>similis</i>	<i>Hyperia</i> <i>galba</i>	<i>Clupea</i> <i>harengus</i> Frühjahrslaicher	<i>Clupea</i> <i>harengus</i> Herbstlaicher	<i>Ammodytes</i> sp.	<i>Pholis</i> <i>gurnellus</i>
Jan	1,0			10	2,7	9	14	3,4	1,1			(3.430)	(50)	(250)
Feb	1,0			12	4,0	9	14	3,2	1,2			(4.840)	(60)	565
Mär	1,7	6		12	2,2	9	11	4,5	1,3		40	6.250	80	725
Apr	2,6	9	(10)	15	3,0	10	16	5,6	1,3	730	55	7.710	(85)	1.575
Mai	5,5	64	10	15	3,7	13	15	5,2	1,3	380	240		85	2.000
Jun		242	8	7	4,9	9	8	4,7	2,2	360	1.315		90	
Jul			6	6	3,2	8	8	3,6	0,8				370	
Aug			(5)	(6)	(3,2)	(8)	(9)	(3,6)	(0,7)	1.580			(350)	
Sep			5	7	3,2	8	10	3,6	0,6	1.525		(50)	285	
Okt			10	6	2,3	8	10	4,2	0,6	850		(250)	(300)	
Nov				6	2,8	10	12	4,3	0,6	1.120		610	(300)	
Dez	1,0			9	1,8	10	12	3,0	1,0	1.120		(2.020)	(300)	

3. BESTANDSAUFNAHMEN

3.1. PLANKTON $>0,5$ mm DER NORD- UND OSTSEE IM SOMMER 1978

Die Gesamtbiomasse des Planktons $>0,5$ mm ist in Abb. 9 dargestellt und wird in Tab. 7 nach Tiergruppen und Regionen aufgeschlüsselt. Die höchsten Werte traten in der zentralen Nordsee und der Beltsee auf. Einzelwerte lagen zwischen 0 auf Stat. 258 in der nördlichen Ostsee und $162 \text{ mg C}_{\text{org}} \text{ m}^{-3}$ auf Stat. 168 im Kattegat. Coelenteraten dominierten in der Ostsee, Copepoden in der Nordsee. Euphausiaceen, Decapodenlarven, Chaetognathen und Fischlarven trugen auf einzelnen Stationsgruppen jeweils bis zu 10 % zu der Gesamtbiomasse bei. Pteropoden, Cladoceren, der planktonische Polychaet *Tomopteris helgolandicus* und der parasitische Amphipode *Hyperia galba* waren nur von untergeordneter Bedeutung. Crustaceen und Polychaeten des Hyperbenthos wurden nicht berücksichtigt.

In der Ostsee betrug der Anteil der Quallen an der Gesamtbiomasse 93 %, unter Ausschluß des Kattegats steigt dieser Wert sogar auf 98 % oder $4,4 \text{ mg C}_{\text{org}} \text{ m}^{-3}$. *Aurelia aurita* hatte hieran den größten Anteil. *Cyanea capillata* trat regelmäßig auf Tiefenstationen in der zentralen Ostsee auf, nordwärts wurde sie bis 59°N (Stat. 279) nachgewiesen. An der Wasseroberfläche oder auf Küstenstationen in der Ostsee wurden keine Feuerquallen beobachtet.

In der Nordsee lag das Hauptvorkommen von *Aurelia* im Nordwesten, im Süden dominierte unter den Coelenteraten *Chrysaora hysoscella*. Sowohl *Cyanea capillata* als auch *C. lamarkii* wurden auf küstennahen Stationen gefangen. Die zentrale Nordsee war frei von Scyphomedusen (Abb. 10).

Im Vergleich zur Biomasse der Scyphomedusen waren Hydromedusen und Ctenophoren nur von geringer Bedeutung. Nennenswerte Mengen an Hydromedusen wurden im Kattegat, der Deutschen Bucht und der zentralen nördlichen Nordsee beobachtet. Während in der Deutschen Bucht mindestens 4 Arten in größeren Individuenzahlen auftraten, dominierte

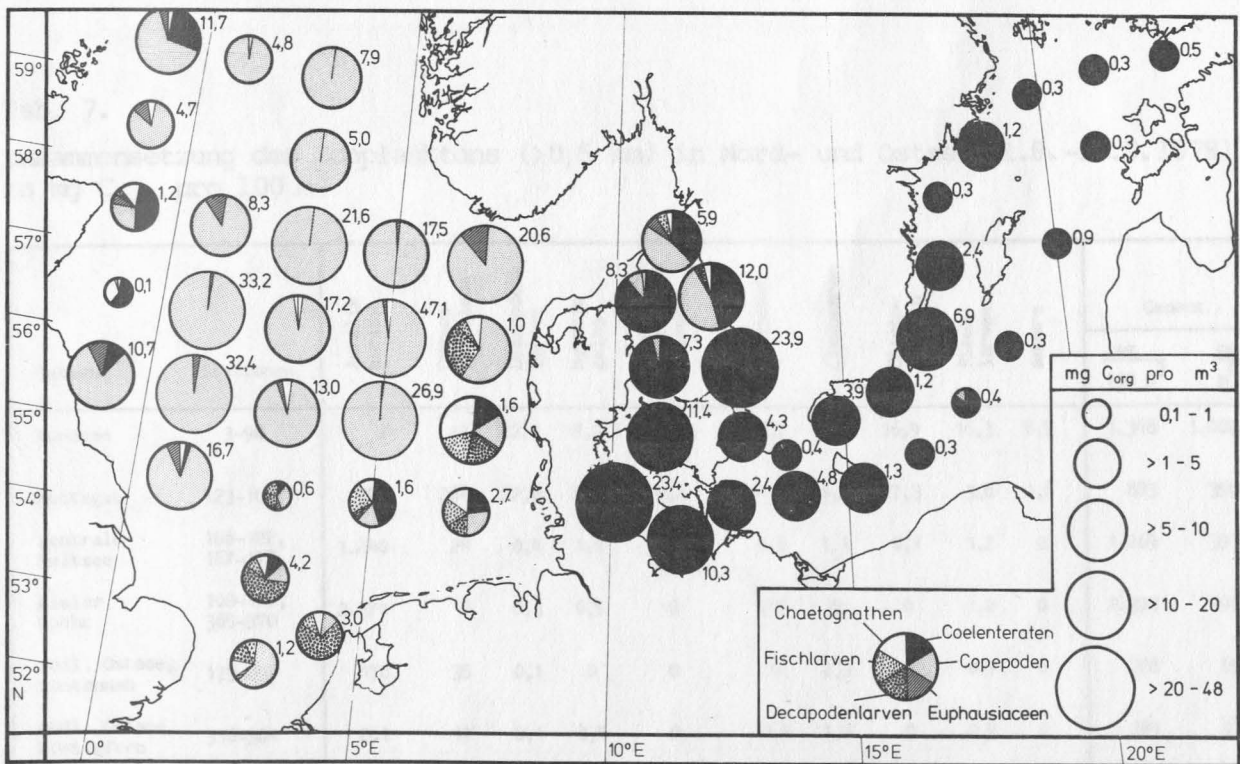


Abb. 9.

Gesamtbiomasse und Zusammensetzung des Planktons > 0,5 mm in Nord- und Ostsee (1.8. - 15.9.1978)

in beiden anderen Gebieten eindeutig *Tima bairdii*. Einzelne Individuen dieser Art erreichten bis zu 10 cm Schirmdurchmesser.

Aufgrund der großen Maschenweiten im Netz wurden die Copepoden nicht quantitativ erfaßt. Dennoch übertraf ihre Masse in der Nordsee nördlich 55 °N die aller anderen Planktongruppen (Abb. 9). Als Maximalwert wurden auf Stat. 94 83,7 mg C_{org} m⁻³ (5,2 g m⁻²) gefangen. Auf küstennahen Stationen in der Ostsee lag die Biomasse der Copepoden stets unter 0,05 mg C_{org} m⁻³. Östlich 13 °E traten Cladoceren häufiger als Copepoden auf.

Die Verbreitungsgrenze der Euphausiaceen lag im südlichen Kattegat, ausnahmsweise wurden 2 *Nyctiphanes couchii* östlich Gotlands gefangen. Die Hauptvorkommen wurden in der nördlichen und westlichen Nordsee beobachtet (Abb. 11). Der Maximalwert mit 3,8 mg C_{org} m⁻³ lag auf Stat. 69.

Decapodenlarven traten hauptsächlich in der südlichen Nordsee und im Kattegat auf, doch wurden vereinzelt Larven von *Leander adpersus* und *Crangon crangon* auch in finnischen Gewässern gefangen (Abb. 12).

Tab. 7.

Zusammensetzung des Zooplanktons (>0,5 mm) in Nord- und Ostsee (1.8.-15.9.1978) in mg C_{org} pro 100 m³

Gebiet	Stationen	Aurelia aurita	Cyanea capillata	Decapoden- larven	Hyperia galba	Euphausi- aceen	Copepoden	Cladoceren	Chaeto- gnathen	Fisch- larven	andere	Gesamt	
												mg 100 m ³	mg m ²
Nordsee	3-98	9	13	22,1	0,2	44,7	1.217,7	0	16,9	16,3	8,5	1.348	1.007
Kattegat	123-166	295	264	22,6	0,4	9,6	264,2	4,2	17,3	3,8	1,8	883	390
zentrale Beltsee	106-122, 167-178	1.240	24	0,4	1,6	0	0,6	1,1	0,1	1,2	0	1.269	391
Kieler Bucht	100-105, 365-370	2.374	8	0,3	6,5	0	2,7	0	0	1,2	0	2.393	299
südl. Ostsee, küstennah	179-204	170	35	0,1	0	0	0	2,3	0	0,9	0	208	65
südl. Ostsee, küstenfern	318-364	261	17	0,1	0,4	0	0,4	1,9	0	0,9	0	281	93
zentr. Ostsee küstennah	205-278	155	0	0	0	0	0	0,3	0	0,6	0	165	43
zentr. Ostsee küstenfern	279-317	20	28	0	0,4	0	1,4	0,8	0	0,2	0	50	17

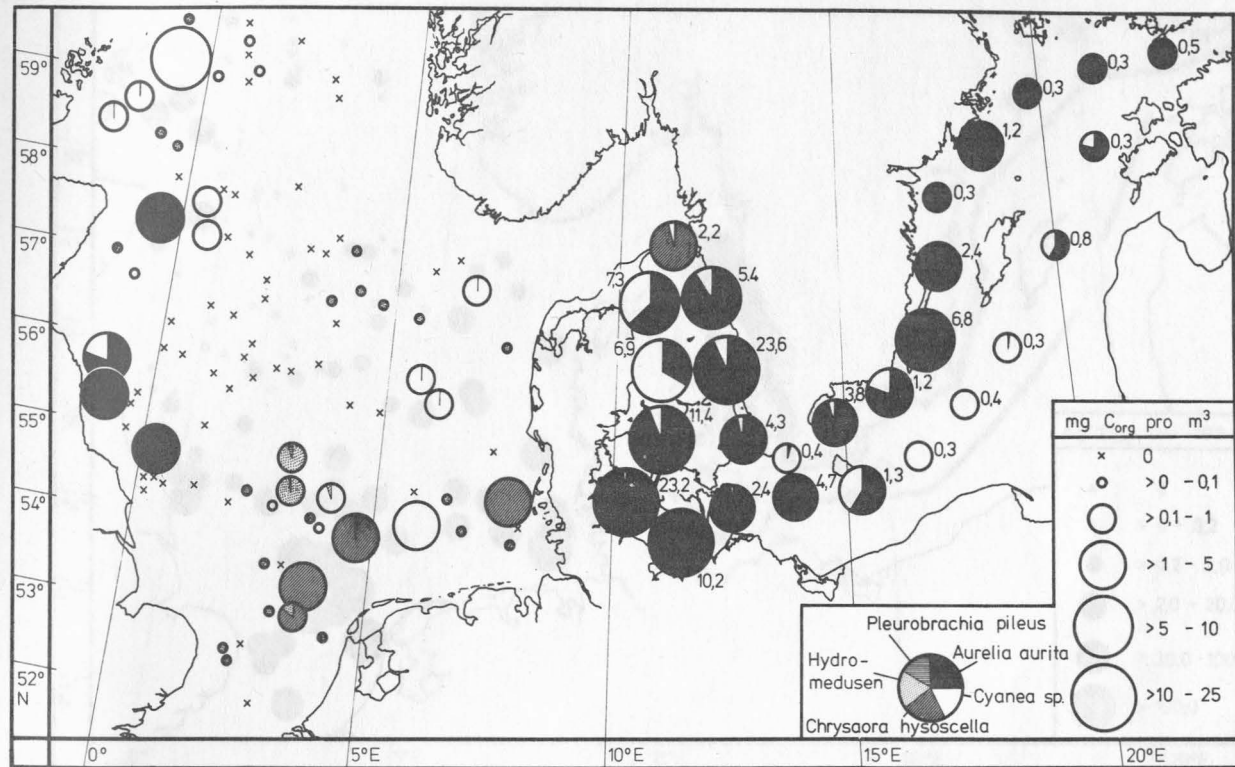


Abb. 10.

Biomasse und Zusammensetzung des Coelenteraten-Planktons in Nord- und Ostsee (1.8.-15.9.1978)

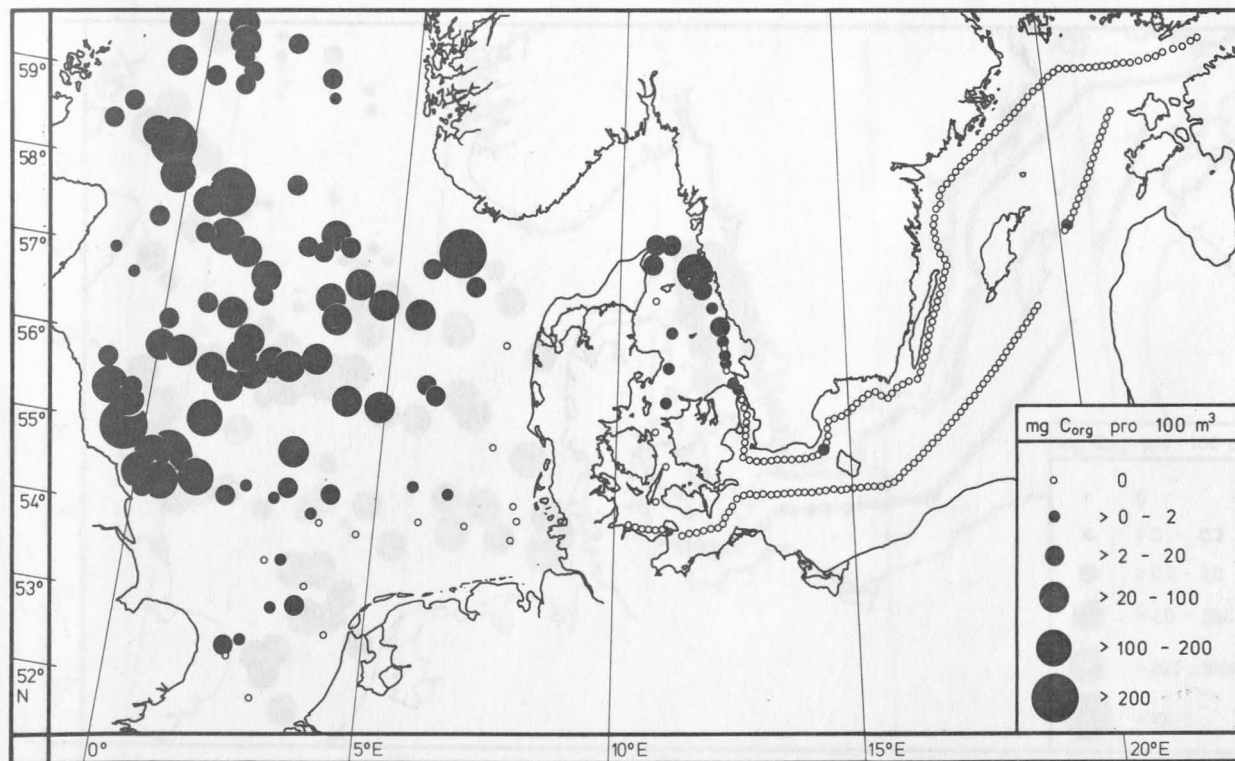


Abb. 11.

Biomasse der Euphausiaceen in Nord- und Ostsee (1.8.-15.9.1978)

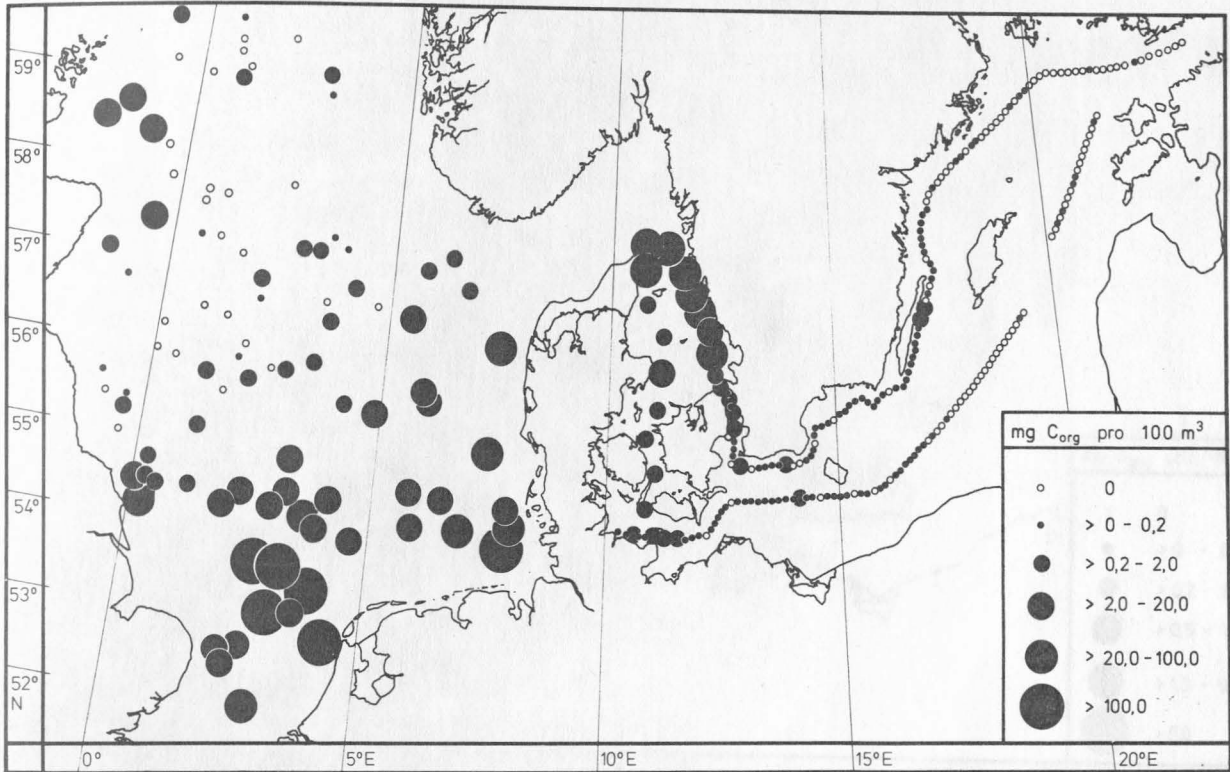


Abb. 12.

Biomasse der Decapodenlarven >0,5 mm in Nord- und Ostsee (1.8.-15.9.1978)

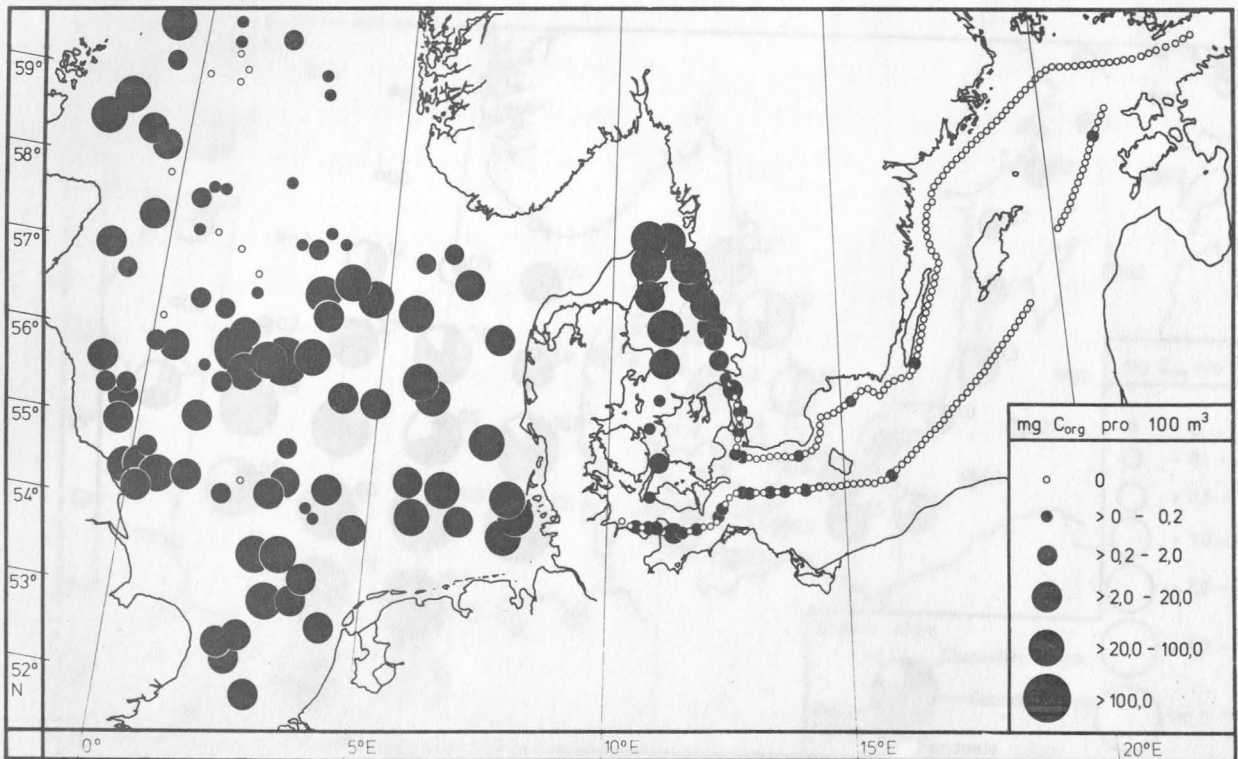


Abb. 13.

Biomasse der Chaetognathen >0,5 mm in Nord- und Ostsee (1.8.-15.9.1978)

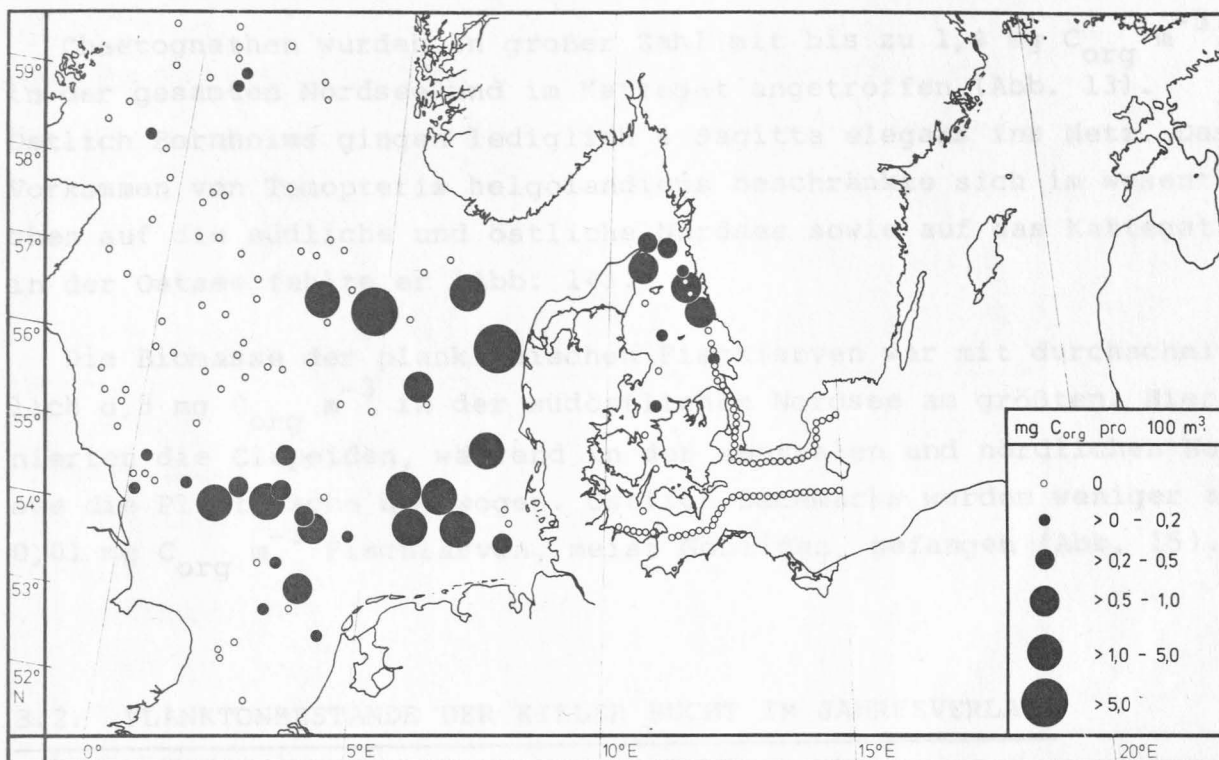


Abb. 14.

Biomasse von *Tomopteris helgolandicus* in Nord- und Ostsee (1.8.-15.9.1978)

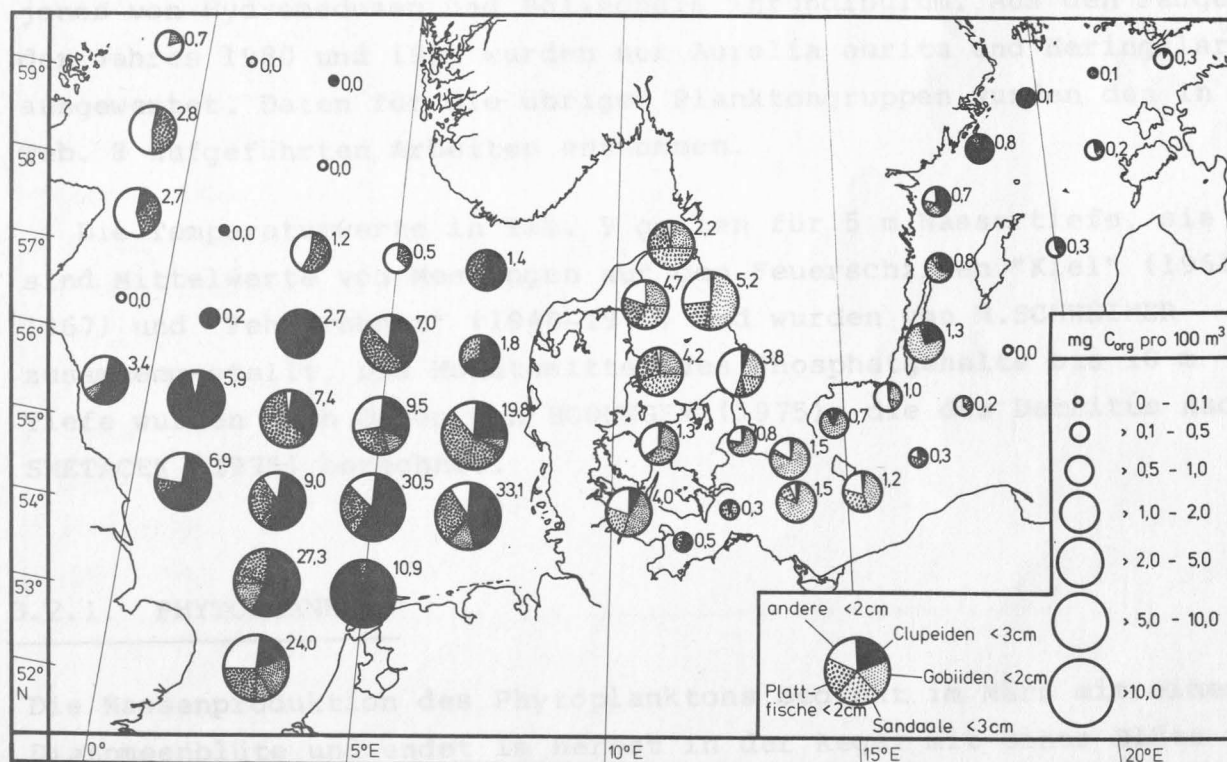


Abb. 15.

Biomasse der planktonischen Fischlarven in Nord- und Ostsee (1.8.-15.9.1978)

Chaetognathen wurden in großer Zahl mit bis zu $1,4 \text{ mg C}_{\text{org}} \text{ m}^{-3}$ in der gesamten Nordsee und im Kattegat angetroffen (Abb. 13). Östlich Bornholms gingen lediglich 4 *Sagitta elegans* ins Netz. Das Vorkommen von *Tomopteris helgolandicus* beschränkte sich im wesentlichen auf die südliche und östliche Nordsee sowie auf das Kattegat, in der Ostsee fehlte er (Abb. 14).

Die Biomasse der planktonischen Fischlarven war mit durchschnittlich $0,3 \text{ mg C}_{\text{org}} \text{ m}^{-3}$ in der südöstlichen Nordsee am größten. Hier dominierten die Clupeiden, während in der zentralen und nördlichen Nordsee die Plattfische überwogen. Östlich Dänemarks wurden weniger als $0,01 \text{ mg C}_{\text{org}} \text{ m}^{-3}$ Fischlarven, meist Gobiiden, gefangen (Abb. 15).

3.2. PLANKTONBESTÄNDE DER KIELER BUCHT IM JAHRESVERLAUF

Während der Serienfahrten in die Kieler Bucht (Abb. 2) wurde das Vorkommen von Scyphomedusen, *Pleurobrachia pileus*, *Hyperia galba*, Decapodenlarven, *Hyperbenthos* und Ichthyoplankton quantitativ ausgewertet, auf Fahrten in die Kieler Förde 1978-1979 (Abb. 4) zusätzlich jenes von Hydromedusen und *Bolinopsis infundibulum*. Aus den Fängen der Jahre 1980 und 1981 wurden nur *Aurelia aurita* und Heringslarven ausgewertet. Daten für die übrigen Planktongruppen wurden den in Tab. 8 aufgeführten Arbeiten entnommen.

Die Temperaturwerte in Tab. 9 gelten für 5 m Wassertiefe, sie sind Mittelwerte von Messungen auf den Feuerschiffen "Kiel" (1961-1967) und "Fehmarnbelt" (1948-1975) und wurden von M. SCHWEIMER zusammengestellt. Die Monatsmittel des Phosphatgehalts bis 10 m Tiefe wurden nach Daten von BODUNGEN (1975), die des Detritus nach SMETACEK (1975) berechnet.

3.2.1. PHYTOPLANKTON

Die Massenproduktion des Phytoplanktons beginnt im März mit einer Diatomeenblüte und endet im Herbst in der Regel mit einer Blüte von *Ceratium*-Arten (SMETACEK 1975). Zwar setzt im Juni ein deutlicher Rückgang der Phytoplanktonproduktion ein, doch führen Massenentwick-

Tab. 8.

Übersicht über die Herkunft der in Kapitel 3.2. verwendeten Daten

	ARNTZ (1971)	HILLEBRANDT (1972)	LOHMANN (1908)	MARTENS (1975)	SCHNACK (1975)	SCHNACK (1978)	MÖLLER
Coelenteraten							X
Pseudocalanus		X		X	X	X	
Paracalanus		X			X	X	
Temora		X		X	X	X	
Centropages		X		X	X	X	
Acartia		X		X	X	X	
Oithona		X		X	X		
Copepodenlarven				X			
Copepodeneier			X				
Rotatorien		X					
Sagitta		X		X			
Cladoceren		X		X			
Hyperia							X
Turbellarien				X			
Polychaeten				X			
Bivalvier				X			
Gastropoden			X				
Balanidenlarven		X					
Decapodenlarven							X
Bryozoen			X				
Ichthyoplankton							X
Idotea							X
Amphipoda							X
Diastylis	X						X
Mysidaceen	X						X

lungen verschiedener Dinoflagellaten, Diatomeen und Cyanophyceen zu relativ hohen Monatsmitteln des Gesamtbestandes.

Die mittlere jährliche Biomasse des Phytoplanktonbestandes auf einer 20 m tiefen Station vor Boknis Eck betrug für den Zeitraum Januar 1972 bis April 1974 $3,0 \text{ g C m}^{-2}$ (Tab. 9, berechnet nach Daten von BRÖCKEL 1975). Die Produktion an organischem Kohlenstoff lag von Januar 1973 bis April 1974 bei $158 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$, doch könnte dieser Wert aufgrund des sehr milden Winters atypisch hoch liegen (BODUNGEN 1975).

Tab. 9.

Monatsmittel der Temperatur in 5 m Tiefe, des Phosphatgehalts in den oberen 10 m, sowie der Biomasse von Detritus, Phytoplankton und Protozooplankton in der Kieler Bucht

	Temperatur °C	PO ₄ -Phosphat µg-at m ⁻³	Detritus mg C m ⁻²	Phytoplankton mg C m ⁻²	Protozooplankton mg C m ⁻³
Jan	2,6	990	2.400	500	3
Feb	1,8	940	2.800	500	3
Mär	2,0	400	4.000	3.800	18
Apr	4,3	190	2.200	3.300	25
Mai	8,7	160	3.000	4.300	10
Jun	13,6	150	1.900	2.700	5
Jul	15,8	120	1.300	4.200	6
Aug	16,3	170	1.900	5.000	5
Sep	14,5	280	1.700	4.700	15
Okt	12,2	460	1.400	5.100	20
Nov	8,4	930	3.000	1.400	11
Dez	4,8	1.160	3.500	800	5
Mittel		500	2.400	3.020	10,5

3.2.2. PROTOZOOPLANKTON

Das Massenvorkommen von Flagellaten und Ciliaten im Plankton der Kieler Bucht wurde bereits von LOHMANN (1908) beschrieben, der diese Tiere erstmals mittels einer Pumpe quantitativ erfaßte. Nach Daten

von SMETACEK (1975) zeigt das Protozooplankton im Jahresverlauf zwei ausgeprägte Maxima, eines im Frühjahr und ein weiteres im Herbst (Tab. 9). Die durchschnittliche Biomasse lag 1973-1974 bei 210 mg C m^{-2} oder $10,5 \text{ mg C m}^{-3}$ vor Boknis Eck.

3.2.3. COELENTERATEN

Das Coelenteratenplankton der Kieler Bucht ist gekennzeichnet durch ein Massenaufreten der Scyphomedusen von April bis Oktober. Nach ihrem Rückgang setzt im November eine Massenentwicklung von Ctenophoren ein, die im März durch ein Massenvorkommen von Hydromedusen abgelöst wird. Unter allen drei Gruppen ist die Scyphomeduse *Aurelia aurita* eindeutig dominierend.



Tab. 10.

Monatsmittel des Coelenteratenplanktons pro 100 m^3 in Kieler Bucht und Kieler Förde 1976-1979

	Kieler Bucht 1976-77			Kieler Förde 1978-79								
	<i>Aurelia aurita</i>	<i>Cyanea capillata</i> ($> 1 \text{ cm}$)	<i>Pleurobrachia pileus</i>	<i>Aurelia aurita</i> ($< 1 \text{ cm}$)	<i>Aurelia aurita</i> ($> 1 \text{ cm}$)	<i>Aurelia aurita</i>	<i>Cyanea capillata</i>	<i>Cyanea capillata</i>	<i>Pleurobrachia pileus</i>	<i>Bolinopsis infundibulum</i>	<i>Sarsia tubulosa</i>	<i>Halitholus cirratus</i>
	Liter	n	n	n	n	Liter	n	ml	n	Liter	n	n
Jan	0	0	169	1,8	0	0	0	0	3,6	0	0	0
Feb	0	0	161	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mär	0	0	11	1,4	0	0	0	0	4,3	0	0	3,1
Apr	0	0	0	6,6	1,1	0	0,05	0	0,4	0	1,7	34,3
Mai	0	0	4	7,3	8,5	0,15	0,98	0,2	1,1	0	1,2	28,1
Jun	1,27	0,01	0	3,6	7,9	0,44	0,30	1,0	2,5	0	0	0,5
Jul	3,02	0,01	0	0,8	9,7	2,05	0	0,5	0,3	0	0	0
Aug	(2,60)	(0,01)	(0)	0,3	6,9	2,40	0,05	4,2	0	0	0	0
Sep	2,19	0,01	0	0	12,1	3,45	0,02	9,4	0	0	0	0
Okt	(1,11)	(0)	(7)	0	6,4	1,34	0	0,3	2,2	(0,3)	0	0
Nov	0,04	0	15	0,1	0,2	0,05	0	0	26,2	(0,6)	0	0
Dez	0	0	43	2,2	0	0	0	0	61,4	(1,5)	0	0
Mittel	0,85	0	34	2,1	4,4	0,82	0,12	1,3	8,5	(0,2)	0,2	5,5

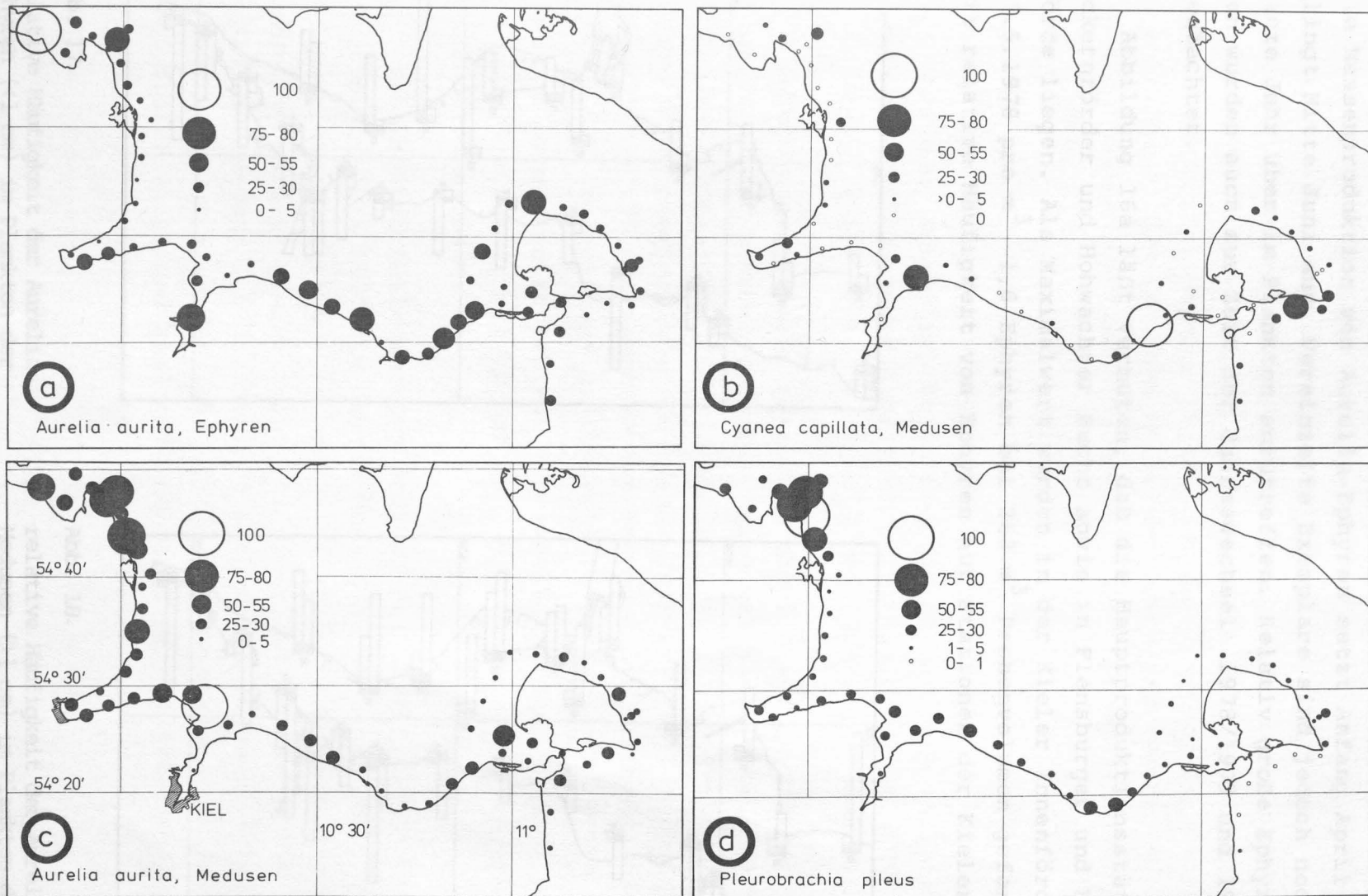


Abb. 16.

relative Häufigkeit der wichtigsten Coelenteraten im Plankton der Kieler Bucht,
gemittelt über den Zeitraum 16.3.1976-21.6.1977

3.2.3.1. AURELIA AURITA

Die Massenproduktion von Aurelia-Ephyren setzt Anfang April ein und klingt Mitte Juni aus. Vereinzelte Exemplare sind jedoch noch das ganze Jahr über im Plankton anzutreffen. Relativ große Ephyrenmengen wurden auch zur Zeit der Jahreswechsel 1978/1979 und 1979/1980 beobachtet.

Abbildung 16a läßt vermuten, daß die Hauptproduktionsstätten in Eckernförder und Hohwachter Bucht sowie in Flensburger und Kieler Förde liegen. Als Maximalwert wurden in der Kieler Innenförde am 17.5.1978 pro m^3 1,6 Ephyren bei $260 m^3$ Probenvolumen gefangen. Die relative Häufigkeit von Ephyren auf Stationen der Kieler Förde

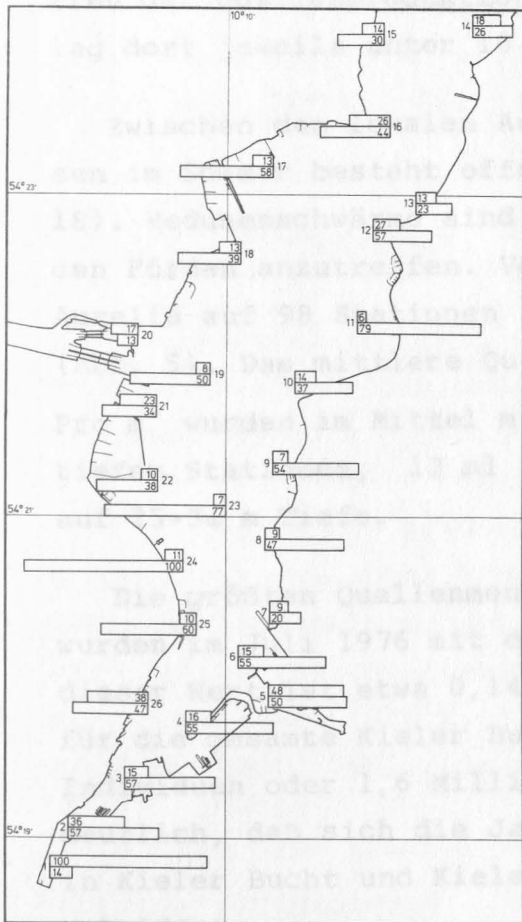


Abb. 17.
relative Häufigkeit der Aurelia-Ephyren (<1 cm) im Plankton der Kieler Förde

oben: Jahresmittel 1978
unten: Jahresmittel 1979

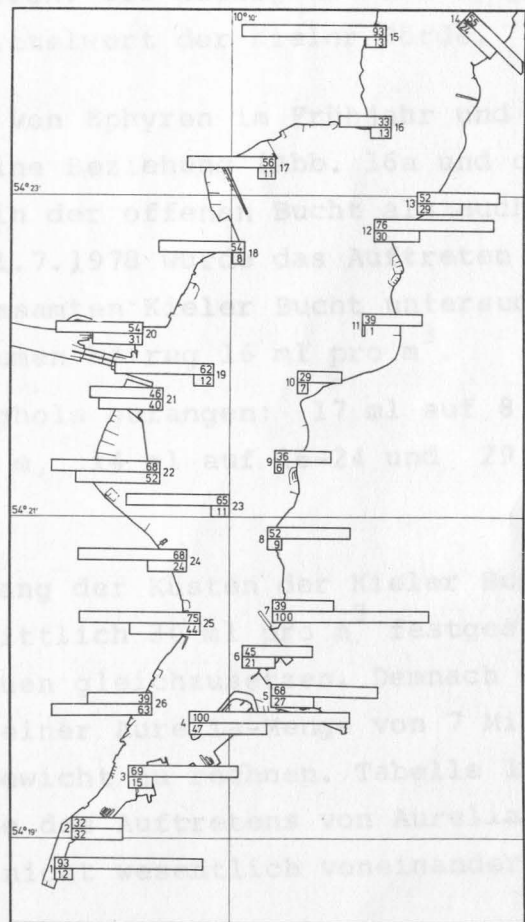


Abb. 18.
relative Häufigkeit der Aurelia-Medusen (>1 cm) im Plankton der Kieler Förde

oben: Jahresmittel 1978
unten: Jahresmittel 1979

ist für die Jahre 1978 und 1979 unterschiedlich (Abb. 17). Im ersten Jahr lag ein deutliches Maximum auf Stat. 1 in der Hörn, halb soviel Ephyren wurden noch in der Schwentine-Mündung gefangen. Alle anderen Werte lagen wesentlich darunter. Bereits KÄNDLER (1961) vermutete aufgrund seiner 1952-1957 durchgeführten Untersuchungen, daß die Innenförde die Hauptproduktionsstätte der Aurelia-Ephyren sei. Die relativ gleichmäßige Verteilung der Ephyren innerhalb der Förde im Frühjahr 1979 ist vermutlich untypisch und könnte von einer Schädigung lokaler Polypenkolonien durch den vorangegangenen Eiswinter herrühren.

Zwei Ausfahrten am 4.5. und 21.5.1979 zeigten, daß die Sportboothäfen der Kieler Bucht (Wendtorf, Damp, Schilksee) trotz des dort geschaffenen sekundären Hartbodens offenbar keine zusätzlichen Zentren der Quallenproduktion darstellen. Die Häufigkeit der Ephyren lag dort jeweils unter 10 % vom Mittelwert der Kieler Förde.

Zwischen dem lokalen Auftreten von Ephyren im Frühjahr und Medusen im Sommer besteht offenbar keine Beziehung (Abb. 16a und c, 17, 18). Medusenschwärme sind sowohl in der offenen Bucht als auch in den Förden anzutreffen. Vom 10.-11.7.1978 wurde das Auftreten von Aurelia auf 98 Stationen in der gesamten Kieler Bucht untersucht (Abb. 5). Das mittlere Quallenvolumen betrug 16 ml pro m³.

Pro m³ wurden im Mittel mit Schräghols gefangen: 17 ml auf 8 m tiefen Stationen, 12 ml auf 9-15 m, 14 ml auf 16-24 und 29 ml auf 25-34 m Tiefe.

Die größten Quallenmengen entlang der Küsten der Kieler Bucht wurden im Juli 1976 mit durchschnittlich 30 ml pro m³ festgestellt, dieser Wert ist etwa 0,14 Individuen gleichzusetzen. Demnach war für die gesamte Kieler Bucht mit einer Aurelia-Menge von 7 Milliarden Individuen oder 1,6 Millionen t Gewicht zu rechnen. Tabelle 10 macht deutlich, daß sich die Jahresgänge des Auftretens von Aurelia-Medusen in Kieler Bucht und Kieler Förde nicht wesentlich voneinander unterscheiden.

3.2.3.2. CYANEA CAPILLATA

Diese Feuerqualle ist neben Aurelia die einzige Scyphomeduse der Kieler Bucht. Ihr von Jahr zu Jahr stark fluktuierendes Vorkommen und ihr relativ häufiges Auftreten in tieferen Wasserschichten lassen vermuten, daß die Medusen normalerweise nicht in der Kieler Bucht entstehen, sondern aus der zentralen Beltsee eindriften. Allerdings wurden von April bis Juni 1978 in der Kieler Bucht monatlich durchschnittlich 0,5 Cyanea-Ephyren pro 100 m³ gefangen (Tab. 10), im darauffolgenden Jahr fehlten sie im Plankton. Bei den Serienfahrten 1976-1977 wurde nicht zwischen Aurelia- und Cyanea-Ephyren unterschieden.

Deutliche regionale Unterschiede der Medusenhäufigkeiten gehen aus Abb. 16b zwar nicht hervor, doch werden jedes Jahr im Spätsommer relativ große Mengen im Bereich des Fehmarnsundes und im Tiefenwasser der Eckernförder Bucht beobachtet.

3.2.3.3. HYDROMEDUSEN

Die Hauptentfaltungszeit der Hydromedusen von April bis Mai liegt zeitlich zwischen dem Massenauftreten von Ctenophoren und dem der Scyphomedusen. Im Hinblick auf Individuenzahl wie auf Biomasse dominierte 1978-1979 Halitholus cirratus (Tab. 10). In geringer Zahl wurden Sarsia tubulosa, Eutonia indicans, Euphysa sp., Rathkea octopunctata und Obelia sp. gefunden. Sarsia und Halitholus sind typische Frühjahrsformen, die von Ende März bis Anfang Juli im Plankton auftreten. Eutonia indicans und Euphysa sp. sind Arten des Hochsommers. Der Wert einzelner Arten als Leitformen wird von KÄNDLER (1950, 1961) diskutiert.

3.2.3.4. CTENOPHOREN

Pleurobrachia pileus tritt in großer Zahl während der Wintermonate auf, von Dezember bis Februar sind im Mittel mehr als 0,5 Tiere pro m³ vorhanden (Tab. 10). Vereinzelte Exemplare sind von Oktober bis Juli anzutreffen. Mehr als 10 Tiere pro m³ wurden auf Stat. 20-22 im Januar 1977 vor Falshöft gefangen. Innerhalb der Kieler Bucht

nimmt ihre Häufigkeit von Westen nach Osten hin ab (Abb. 16d).

Über die Häufigkeit von *Bolinopsis infundibulum* gibt es bislang keine ausreichenden Angaben. LENZ (1973) fand von November 1970 bis April 1971 im Mittel 16 Tiere pro m³ und vermutete, daß diese Art sich in der Kieler Bucht auch fortpflanzt. Andere Autoren erwähnen *Bolinopsis* gar nicht. Es muß hierbei jedoch berücksichtigt werden, daß diese Rippenqualle sich bei normaler Formalinfixierung auflöst.

Die Biomasse von *Bolinopsis* kann wegen der Zerbrechlichkeit der Qualle nur sehr grob abgeschätzt werden. Während der Untersuchungen 1976-1977 wurde sie nicht berücksichtigt. In den Wintern 1978/1979 und 1979/1980 trat *Bolinopsis* in der Kieler Förde sehr häufig auf. Auf einzelnen Stationen lag ihre Biomasse in der gleichen Größenordnung wie die der Aurelien im Sommer. Umgerechnet auf das gesamte Jahr, macht das winterliche Massenauftreten von *Bolinopsis* in der Förde vermutlich ein Viertel der Aurelia-Biomasse aus (Tab. 10). Das Hauptvorkommen dieser Rippenqualle lag in der Innenförde (Stat. 1-10, 18-26) und nahm zur offenen Bucht hin sprunghaft ab. Auf den Stat. 13-16 wurde *Bolinopsis* nur noch vereinzelt gefangen. Für weitere Berechnungen werden 5 % des in der Kieler Förde ermittelten Durchschnittswertes als typisch für die gesamte Kieler Bucht geschätzt.

3.2.4. COPEPODEN

Copepoden sind die bestuntersuchte Planktongruppe der Kieler Bucht. In Tab. 11 ist die monatliche Häufigkeit ihrer adulten Stadien dargestellt, gemittelt nach Werten von HILLEBRANDT (1972), MARTENS (1975) und SCHNACK (1975, 1978). Diese 4 Untersuchungen gemeinsam erstrecken sich über einen Zeitraum von 8 Jahren. Beim Vergleich ihrer Jahresmittelwerte fällt eine gute Übereinstimmung für die Gesamtheit der calanoiden Copepoden auf. Einzelwerte weichen maximal um 23 % vom gemeinsamen Mittel ab (Tab. 12). Nach Daten von MARTENS (1975) wurden die monatlichen Verhältniszahlen

adulte Copepoden : Copepodite : Nauplien
abgeschätzt (Tab. 13). Die Relation

Copepodeneier : Copepoden

im Plankton wurde von LOHMANN (1908) übernommen.

Tab. 11.

Häufigkeiten adulter Copepoden im Plankton der Kieler Bucht (Anzahl pro m³)

	Pseudocalanus elongatus	Paracalanus parvus	Temora longicornis	Centropages hamatus	Acartia spp.	Oithona similis	Summe
Jan	135	1	55	10	22	625	848
Feb	260	0	138	33	44	459	934
Mär	371	1	126	81	101	564	1.244
Apr	895	1	133	95	210	1.086	2.420
Mai	3.573	4	357	280	461	1.403	6.078
Jun	2.013	11	142	397	1.262	3.652	7.477
Jul	763	29	81	1.322	566	3.080	5.841
Aug	427	88	52	832	481	2.460	4.340
Sep	400	283	15	550	226	5.765	7.239
Okt	102	64	9	92	91	6.507	6.865
Nov	147	10	25	25	16	1.716	1.939
Dez	59	8	6	8	3	851	935
Mittel	762	41	95	310	290	2.347	3.846

Tab. 12.

Häufigkeiten adulter Copepoden im Plankton der Kieler Bucht (Anzahl pro m³).
Verglichen werden die Jahresmittelwerte verschiedener Autoren. Ihre Abweichung vom Gesamtmittel aller 4 Autoren ist in Prozent angegeben.

1. HILLEBRANDT (1972) Apr 1966 - Dez 1968 gesamte Kieler Bucht
2. MARTENS (1975) Feb 1973 - Feb 1974 Boknis Eck
3. SCHNACK (1975) Nov 1970 - Sep 1972 Breitgrund
4. SCHNACK (1978) Jan 1970 - Dez 1971 gesamte Kieler Bucht

	Pseudocalanus elongatus	Paracalanus parvus	Temora longicornis	Centropages hamatus	Acartia spp.	Summe der Calanoidea	Oithona similis
1.	900 + 4	7 -80	75 -21	450 +18	240 -23	1.672 0	5.004 +92
2.	1.006 +17		58 -39	712 +86	240 -23	2.016 +20	1.673 -36
3.	908 + 5	69 +97	70 -26	131 -66	116 -63	1.294 -23	1.150 -56
4.	636 -26	29 -17	177 +86	235 -38	652 +109	1.729 + 3	
Mittel	862	35	95	382	312	1.678	2.609

Unter den 7 häufigen Copepodenarten der Kieler Bucht dominieren *Oithona similis* von der Individuenzahl und *Pseudocalanus elongatus* von der Biomasse her. Das Auftreten fünf weiterer, weniger häufiger Arten wird von SCHNACK (1975) beschrieben. Die Häufigkeitsmaxima der calanoiden Copepoden liegen zwischen Spätfrühling und Spätsommer. Im Jahresmittel zählt mehr als die Hälfte der calanoiden Copepoden zu der Art *P. elongatus*, die ihr Bestandsmaximum mit 3.573 Tieren pro m³ im Mai erreicht. Die nächsthäufigen Arten sind *Centropages hamatus* mit einem Maximalbestand von 1.322 pro m³ im Juli, die Gattung *Acartia* mit maximal 1.262 Tieren pro m³ im Juni, *Temora longicornis* mit 357 pro m³ im Mai und *Paracalanus parvus* mit 283 pro m³ im September (Tab. 11).

	adulte Copepoden	Copepodite	Nauplien
Jan	1,0	1,8	5,8
Feb	1,0	1,8	5,3
Mär	1,0	2,0	6,3
Apr	1,0	1,5	3,7
Mai	1,0	1,7	3,8
Jun	1,0	0,6	1,9
Jul	1,0	1,0	0,9
Aug	1,0	1,7	1,2
Sep	1,0	1,9	0,7
Okt	1,0	0,6	1,2
Nov	1,0	0,7	1,5
Dez	1,0	1,3	2,3

Tab. 13.

Relationen im Auftreten
der Copepodenstadien im
Plankton der Kieler Bucht

Während bei allen calanoiden Copepoden nur ein jährliches Bestandsmaximum auftritt, weist der cyclopoide *Oithona similis* neben dem Sommermaximum von 3.652 Tieren pro m³ im Juni noch ein weiteres mit 6.507 im Oktober auf. Bezogen auf die Gesamtindividuenzahl treten bei den adulten Copepoden der Kieler Bucht ein Sommer- und ein Herbstmaximum mit jeweils mehr als 7.200 Tieren pro m³ auf. Ein vergleichbarer Jahresgang liegt auch bei den jüngeren Entwicklungsstadien vor (Tab. 14).

Tab. 14.

Häufigkeiten von Copepodeneiern und -larven im Plankton der Kieler Bucht (Anzahl pro m³)

	Eier von <i>Oithona similis</i>	Eier von <i>Calanoidea</i>	Nauplien	Copepodite
Jan	1.800	50	4.900	1.500
Feb	7.200	200	5.000	1.700
Mär	25.000	930	7.800	2.500
Apr	9.200	8.700	8.800	3.600
Mai	10.000	20.800	23.100	10.300
Jun	5.800	13.700	14.200	4.500
Jul	4.200	3.500	5.200	5.800
Aug	15.800	78.700	5.200	7.400
Sep	22.000	42.300	5.100	13.800
Okt	50.000	23.500	8.200	4.100
Nov	17.000	2.200	2.900	1.400
Dez	800	1.300	2.200	1.200
Mittel	14.100	16.300	7.700	4.800



3.2.5. ÜBRIGES HOLOZOOPLANKTON

Neben Protozooplankton, Coelenteraten und Copepoden zählen zum Holozooplankton der Kieler Bucht noch Rotatorien, Cladoceren, Chaetognathen, Appendicularien und der Amphipode *Hyperia galba*. Euphausiaceen und der Polychaet *Tomopteris helgolandicus* sind im Gebiet ohne Bedeutung.

Das saisonale Auftreten der Rotatorien wurde von HILLEBRANDT (1972) erfaßt. Für die beiden häufigsten Gruppen, *Trichocerca marina* und *Synchaeta* spp., liegen die Maxima im April bzw. im Spätsommer. *Synchaeta*-Arten sind mit 730 Tieren pro m³ im Jahresmittel und maximal 2.800 pro m³ im April etwa sechsmal häufiger als *T. marina* (Tab. 15).

Die Häufigkeiten der Cladocerengattungen Podon und Evadne wurden nach Daten von HILLEBRANDT (1972) und MARTENS (1975) gemittelt. Beide Gattungen werden nur von April bis Oktober in nennenswerter Zahl angetroffen, ihre Individuendichten liegen in derselben Größenordnung. Bestandsmaxima mit jeweils über 350 Tieren pro m^3 treten im Mai/Juni und im August auf (Tab. 15). Im Herbst wird zusätzlich *Bosmina coregoni* aus der südlichen Ostsee in die Kieler Bucht eingedrftet.

Die einzige regelmäßig auftretende Chaetognathenart ist *Sagitta elegans*. MARTENS wie auch HILLEBRANDT beschreiben ein langgezogenes Maximum im Auftreten während der Herbst- und Wintermonate. Die Bestandsdichte liegt im Jahresmittel bei 60 pro m^3 mit einem Höchstwert von 200 pro m^3 im Oktober. Die Werte in Tab. 15 könnten aufgrund von Fluchtreaktionen großer Chaetognathen unterschätzt sein.

Oikopleura dioica ist mit 640 Tieren pro m^3 im Jahresmittel die dominierende Appendicularie der Kieler Bucht. *Fritillaria borealis* driftet nur gelegentlich aus dem Kattegat ein. Nach MARTENS (1975) ist das Häufigkeitsmaximum für *Oikopleura* mit 3.700 pro m^3 im September zu erwarten. Während der ersten Jahreshälfte tritt sie nur sehr selten auf (Tab. 15).

Tab. 15.

Häufigkeiten einiger Holozooplanktongruppen in der Kieler Bucht (Anzahl pro 100 m^3)

	<i>Trichocerca marina</i>	<i>Synchaeta</i> spp.	<i>Sagitta elegans</i>	<i>Podon</i> spp.	<i>Evadne</i> spp.	<i>Oikopleura dioica</i>	<i>Hyperia galba</i>
Jan	0	0	5.000	0	0	1.000	0
Feb	1.000	5.000	4.000	0	0	0	0
Mär	5.000	7.000	2.000	0	0	0	0
Apr	136.000	280.000	1.000	10.000	18.000	0	0
Mai	4.000	40.000	1.000	35.000	19.000	0	0
Jun	0	5.000	0	10.000	49.000	0	0
Jul	0	110.000	1.000	27.000	4.000	7.000	0
Aug	(0)	(145.000)	7.000	37.000	56.000	220.000	0,1
Sep	0	180.000	4.000	14.000	33.000	370.000	8,2
Okt	9.000	70.000	20.000	6.000	9.000	90.000	137,7
Nov	5.000	25.000	16.000	0	0	80.000	25,2
Dez	1.000	10.000	12.000	0	0	5.000	0,6
Mittel	13.000	73.000	6.000	12.000	16.000	64.000	14,3

Das Auftreten des parasitischen Amphipoden *Hyperia galba* im Plankton ist weitgehend an das Vorkommen von Scyphomedusen gebunden, in deren Gewebe und Körperhöhlräumen er parasitiert. Vereinzelt sind mittelgroße Exemplare zwar auch im Frühjahr und Frühsommer vorhanden, doch setzt die Massenentwicklung erst im September ein und erreicht ihr Maximum mit 1,4 Tieren pro m³ im Oktober. Nach dem Tod der Aurelien sind zahlreiche Amphipoden freischwimmend anzutreffen, ihre Anzahl wird jedoch schnell reduziert. Über den Verbleib der Hyperien in den folgenden Monaten gibt es nur wenig Informationen (siehe Kapitel 4.4.2.). Die in Kieler Bucht und Kieler Förde ermittelten Werte stimmen in bezug auf den Jahresverlauf gut überein. Die mittlere jährliche Bestandsdichte betrug 1976-1977 in der Bucht 0,17 und 1978-1979 in der Förde 0,11 pro m³. In Tab. 15 werden Mittelwerte beider Gebiete dargestellt.

Tab. 16.

Häufigkeiten von Zoobenthoslarven im Plankton der Kieler Bucht (Anzahl pro 100 m³)

	Turbellaria	Polychaeta	Bivalvia	Gastropoda	Balanidae (Nauplien)	Balanidae (Cypri)	Decapoda (> 0,5 mm)	Bryozoa
Jan	0	33.000	37.000	0	1.000	100	0	3.000
Feb	0	83.000	51.000	0	500	0	0	2.000
Mär	12.700	83.000	41.000	1.000	1.000	0	0	0
Apr	15.900	58.000	181.000	2.000	26.500	3.500	0	0
Mai	300	4.000	296.000	38.000	5.500	1.800	0	0
Jun	12.500	14.000	1.525.000	120.000	300	400	1	6.000
Jul	83.700	18.000	906.000	39.000	500	200	17	1.000
Aug	195.000	36.000	485.000	61.000	(200)	(100)	20	95.000
Sep	136.700	51.000	178.000	70.000	0	0	12	192.000
Okt	45.000	40.000	1.090.000	42.000	700	400	13	88.000
Nov	5.500	123.000	397.000	5.000	2.500	1.100	1	96.000
Dez	300	43.000	191.000	0	300	100	0	6.000
Mittel	42.300	49.000	448.000	31.500	3.300	600	5	41.000

3.2.6. ZOOBENTHOSLARVEN

Diese Gruppe umfaßt hauptsächlich Larven von bodenlebenden Turbellarien, Polychaeten, Mollusken, Crustaceen, Bryozoen und Echinodermen. Die ausführlichste Untersuchung über das Auftreten von Zoobenthoslarven stammt von LOHMANN (1908). MARTENS (1975) und HILLEBRANDT (1972) beschränkten sich auf die Hauptgruppen des Benthos. Die sai-

sonalen Fluktuationen von Turbellarien-, Polychaeten- und Bivalvia-Larven, die hier nach Daten von MARTENS berechnet wurden, zeigen die gleichen Tendenzen, wie sie bereits von LOHMANN erkannt wurden. Angaben über Decapodenlarven sind Originaldaten. Über das Auftreten von Echinodermenlarven liegen keine ausreichenden Informationen vor.

Die Bestandsdichte der Turbellarien weist einen Höhepunkt mit 120 Tieren pro m^3 im Frühjahr auf, die Werte des Sommermaximums liegen jedoch um das Zehnfache darüber. Im Jahresmittel ist mit einem Bestand von 423 Larven pro m^3 zu rechnen (Tab. 16).

Auch bei den Polychaetenlarven sind ein Frühjahrsmaximum und ein weiteres Maximum im Herbst zu erkennen. Die mittlere jährliche Bestandsdichte ist mit der der Turbellarien zu vergleichen, doch sind die monatlichen Änderungen bei Polychaeten weniger stark ausgeprägt.

Die Häufigkeit von Muschellarven übersteigt 10.000 pro m^3 im Juni und Oktober. Ihre mittlere jährliche Bestandsdichte von 4.480 pro m^3 liegt um das Vierzehnfache über der der Gastropodenlarven. Muschellarven sind im Plankton in jedem Monat mit mehr als 370 Stück pro m^3 vertreten.

Nur ein einziges Häufigkeitsmaximum mit 1.920 pro m^3 im September fand LOHMANN (1908) für die Bryozoenlarven.

Balanus-Nauplien treten im Plankton fünfmal häufiger auf als die älteren Cypris-Stadien. HILLEBRANDT (1972) fand für beide ein Maximum im November und ein wesentlich ausgeprägteres im April mit 265 pro m^3 bei Nauplien und 35 für Cypris-Larven (Tab. 16).

Ein einziges Häufigkeitsmaximum mit 0,2 Tieren pro m^3 wurde für die Decapodenlarven im Sommer festgestellt. Beim Vergleich der Werte aus Kieler Bucht und Kieler Förde zeigten weder Jahresverlauf noch Bestandsmaxima oder Jahresmittel der Bestände (0,05 und 0,06 Tiere pro m^3) nennenswerte Unterschiede. Tabelle 16 zeigt Mittelwerte aus beiden Gebieten. Von Dezember bis Mai treten Decapodenlarven im Plankton der Kieler Bucht nur äußerst selten auf.

3.2.7. HYPERBENTHOS

Unter Hyperbenthos werden hier Tiere zusammengefaßt, die vorwiegend auf oder in dem Boden leben, gelegentlich aber auch in das freie Wasser aufschwimmen. Quantitativ sind hier vor allem Crustaceen von Bedeutung. Zahlreiche Amphipoden-, Isopoden- und einige Mysidaceen-Arten schwimmen zeitweise auch am Tag dicht über dem Boden herum, sind aber vorzugsweise nachts bis dicht unter der Wasseroberfläche anzutreffen. Cumaceen und die meisten Mysidaceenarten bleiben tagsüber ständig im Boden verborgen und steigen nur nachts auf.

Um das Auftreten des Hyperbenthos im Plankton langfristig mit dem der echten Planktonorganismen vergleichen zu können, wurde die "durchschnittliche tägliche Häufigkeit" im Plankton abgeschätzt.

Tab. 17.

Häufigkeit von Hyperbenthos-Crustaceen (Anzahl pro 100 m³) am 26.-27.7.1976 vor Ostfehmarn (Stat. 36-41 in Abb. 2)

Uhrzeit	Anzahl Hols	Diastylis rathkei	Corophium spp.	andere Amphipoden	Paramysis spiritus	Gastrosaccus spinifer	Mesopodopsis slabberi
15-16	1	0	0	0	0	0	0
16-17	3	0	1,1	0	0	0	0,3
17-18	2	0	0,3	0	0	0	2,0
18-19	2	0	1,0	0	0	0	1,6
19-20	2	0	0	0	0	0	0,6
20-21	2	0	0	0	1,6	0	3,4
21-22	1	1,3	50,6	219,6	9,3	116,0	0,2
22-23	0						
23- 0	1	32,9	23,2	27,6	2,6	15,4	23,1
0- 1	3	25,6	13,9	15,0	8,5	15,5	20,0
1- 2	0						
2- 3	4	13,9	2,0	31,7	2,3	4,6	25,4
3- 4	2	0	21,0	6,0	1,2	0,3	10,9
4- 5	2	0	2,8	2,0	1,5	0	2,6
5- 6	3	0,1	0,2	0	0	0	2,5
6- 7	1	0	2,1	0	0	0	2,1
7- 8	3	0	1,2	1,7	0,1	0	1,0
8- 9	3	0,2	5,9	2,1	0,9	0	1,5
9-10	1	0	1,0	0	1,3	0	0
10-11	4	0	0	0,1	0,1	0	0
11-12	1	0	0	0,2	0	0	0,2

Tab. 18.

Häufigkeit von Hyperbenthos-Crustaceen (Anzahl pro 100 m³) am 19.-20.7.1976 vor Falshöft (Stat. 19-25 in Abb. 2)

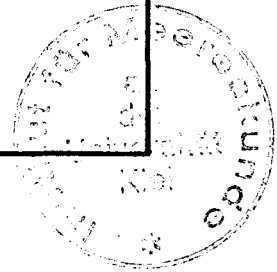
Uhrzeit	Anzahl Hols	Diastylis rathkei	Corophium spp.	andere Amphipoden	Gastrosaccus spinifer	Idotea balthica
15-16	2	0,1	0	0,1	0,1	1,6
16-17	3	0	0	0,1	0,1	3,5
17-18	2	0,4	0	0,1	0	3,0
18-19	0					
19-20	1	0	0	0,3	0	6,3
20-21	4	0	0,1	0,1	0,4	3,2
21-22	2	0	0	0,3	3,8	4,3
22-23	0					
23- 0	3	8,9	10,5	9,0	307,1	21,6
0- 1	3	10,4	3,8	38,5	60,1	24,6
1- 2	1	2,8	0	22,2	11,9	29,6
2- 3	3	1,4	0,5	1,1	125,8	5,2
3- 4	3	2,0	0	4,1	3,5	9,9
4- 5	1	0,5	0	3,3	1,3	20,5
5- 6	3	0	0	0,1	0,2	2,2
6- 7	3	0,1	0	1,3	0,1	2,2
7- 8	1	0,3	0	0,9	0	2,1
8- 9	3	0	0	0,2	0,3	1,9
9-10	3	0	0,1	1,0	0,1	1,0
10-11	1	0	0	0	0,3	0

Grundlage hierfür waren Tag-Nacht-Fänge vor Ostfehmarn und Falshöft, deren Ergebnisse nach Stunden gruppiert wurden (Tab. 17, 18). In Tab. 19 werden die Daten von Tagfängen jenen von Nachtfängen gegenübergestellt und das Tagesmittel errechnet. *Idotea balthica* tritt demnach nachts 7x, *Corophium* spp. 17x häufiger als am Tage im Plankton auf. Mittels eines Korrekturfaktors lassen sich die bei Helligkeit gewonnenen Daten auf das Tagesmittel umrechnen. Auf diese Weise wurden in Tab. 20 die Werte für Amphipoden und Isopoden im Plankton von den Ergebnissen der (stets tagsüber ausgeführten) Serienfahrten entlang der Küste der Kieler Bucht abgeleitet.

Tab. 19.

Tag-Nacht-Unterschiede im Auftreten von Hyperbenthos-Crustaceen (Anzahl pro 100 m³) im Plankton der Kieler Bucht im Juli 1976

	Idotea balthica	Corophium spp.	andere Amphipoden	Diastylis rathkei	Gastrosaccus spinifer
Häufigkeit in Nachtfängen (20 ⁰⁰ - 5 ⁰⁰)	12,4	8,6	25,5	6,8	48,9
Häufigkeit in Tagfängen (5 ⁰⁰ -20 ⁰⁰)	1,7	0,5	1,0	1,8	0,1
Häufigkeit im Tagesmittel	5,7	3,5	10,2	3,7	18,4
Korrekturfaktor für Tagfänge	3,3	7,1	10,2		



Unter den Cumaceen der Kieler Bucht kommt *Diastylis rathkei* die größte Bedeutung zu, unter den Mysidaceen dominiert *Gastrosaccus spinifer*. Beide treten tagsüber nur äußerst selten im Plankton auf. Ihre täglichen Vertikalwanderungen wurden 1979 auf zwei Meßhai-Fahrten untersucht. Vom 22. auf den 23.8. wurden in der Eckernförder Bucht (Abb. 5) vor allem *Diastylis* und wenige *Harmothoe* sp. gefangen, Mysidaceen waren sehr selten. Sechs Wochen später in der Hohwachter Bucht dominierte *Gastrosaccus*. Über die restlichen Hyperbenthosarten ließen die spärlichen Individuenzahlen keine quantitativen Aussagen zu. *Diastylis* und *Gastrosaccus* war gemein, daß sie zwischen 19⁰⁰ und 6⁰⁰ im Plankton anzutreffen waren, doch verhielten sie sich ansonsten sehr unterschiedlich. Die Cumaceen schwammen vorzugsweise dicht über dem Boden, ihre Anzahl nahm bis gegen Mitternacht stündlich zu und ging in den frühen Morgenstunden kontinuierlich wieder zurück (Tab. 21). Ihre mittlere Aufenthaltstiefe stieg ebenfalls bis Mitternacht auf 16 m bzw. auf 6 m Bodenabstand an (Abb. 36).

Tab. 20.

Häufigkeit von Hyperbenthos-Crustaceen (Anzahl pro 100 m³ im Tagesmittel) im Plankton der Kieler Bucht 1976-1977

	Idotea balthica	Corophium spp.	andere Amphipoden	Diastylis rathkei	Mysidacea
Jan	0	0,4	0,7	1	35
Feb	0	0,4	0,6	1	35
Mär	0	0	0,6	1	30
Apr	0,1	0,7	1,3	1	25
Mai	0,5	1,1	2,9	2	15
Jun	1,5	2,1	12,6	3	20
Jul	6,4	7,0	7,6	4	25
Aug	3,9	4,9	4,6	3	50
Sep	1,6	0,4	1,1	2	75
Okt	1,3	0,4	0,9	2	95
Nov	0,8	1,8	1,3	2	120
Dez	0,3	1,3	1,3	2	75
Mittel	1,6	1,7	3,0	2	50

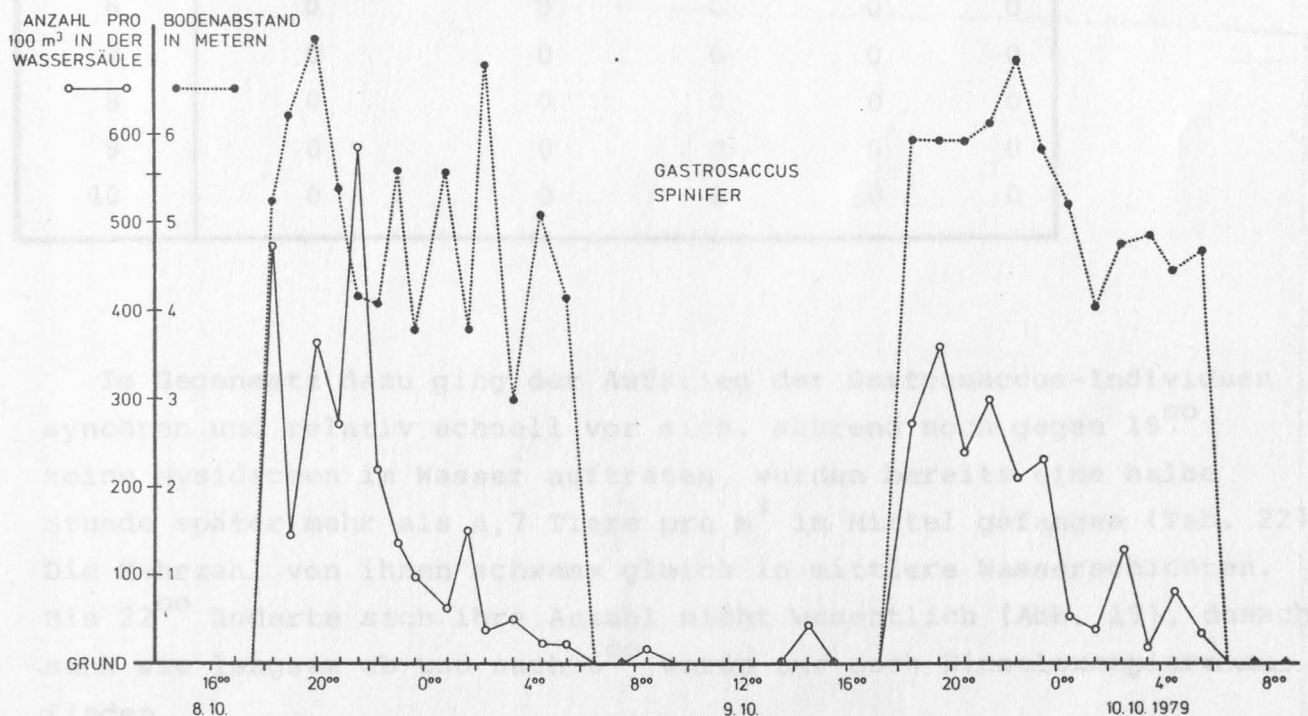


Abb. 19.

Auftreten von *Gastrosaccus spinifer* im Plankton der Hohenwachter Bucht am 8.-10.10.1979

Hol-Nr.	1	2	3	4	5
Tiefe	1,5 m über Grund	5 m über Grund	10 m Tiefe	5 m Tiefe	2 m Tiefe
Uhrzeit					
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0
16	0	0	0	2	0
17	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0
20	4	0	0	0	0
21	85	26	12	2	4
22	71	44	21	2	0
23	39	47	13	15	0
0	140	64	14	10	0
1	49	59	37	8	4
2	102	90	26	12	7
3	86	62	24	0	0
4	32	6	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0

Tab. 21.

Häufigkeit von *Diastylis rathkei* (Anzahl pro 100 m³) im Plankton der Eckernförder Bucht im Mittel der Tage 22.-23.8.1979
(Tiefendifferenz zwischen Hol 2 und 3 je nach Gesamtwassertiefe 3-8 m)

Im Gegensatz dazu ging der Aufstieg der *Gastrosaccus*-Individuen synchron und relativ schnell vor sich. Während noch gegen 18⁰⁰ keine Mysidaceen im Wasser auftraten, wurden bereits eine halbe Stunde später mehr als 4,7 Tiere pro m³ im Mittel gefangen (Tab. 22). Die Mehrzahl von ihnen schwamm gleich in mittlere Wasserschichten. Bis 22⁰⁰ änderte sich ihre Anzahl nicht wesentlich (Abb. 19), danach sank sie langsam ab und nach 6⁰⁰ waren nur noch Einzelexemplare zu finden.

Hol-Nr.	1	2	3	4	5
Tiefe	1,5 m über Grund	5 m über Grund	10 m Tiefe	5 m Tiefe	2 m Tiefe
Uhrzeit					
17:05	0	0	0	0	0
17:50	0	0	0	0	0
18:30	208	105	1.993	32	7
19:10	92	261	113	101	167
20:10	87	156	793	462	327
21:00	103	288	832	97	35
21:45	71	603	2.067	191	5
22:40	3	588	497	31	6
23:15	37	138	453	42	2
23:55	120	54	279	15	0
1:10	3	88	186	2	23
1:55	164	450	77	45	13
2:35	6	25	79	23	51
3:40	128	126	0	1	4
4:40	20	26	39	0	14
5:40	14	64	13	0	2
6:40	0	0	0	0	0
7:45	0	2	0	4	2
8:45	83	0	4	0	0
9:40	0	0	0	0	0
10:40	0	0	2	0	0
11:40	0	0	4	0	0
12:45	0	0	0	0	0
13:45	0	0	12	0	4
14:45	40	184	3	0	0
15:45	0	7	0	0	2
16:45	0	0	3	0	0
18:00	0	0	0	0	0
18:45	36	436	605	187	107
19:45	56	402	686	328	350
20:40	492	243	93	89	289
21:40	61	28	772	426	227
22:40	54	151	540	120	183
23:40	5	22	743	262	139
0:45	24	128	90	0	0
1:45	17	114	34	16	0
2:45	79	429	78	57	23
3:45	25	17	34	5	7
4:45	56	216	99	19	5
5:45	10	102	56	13	0
6:40	0	0	0	0	0
7:45	0	6	0	0	0
8:40	0	4	4	0	0
9:40	0	0	0	0	0
10:45	0	0	0	0	0

Tab. 22.

Häufigkeit von *Gastrosaccus spinifer* (Anzahl pro 100 m³) im Plankton der Hohwachter Bucht im Mittel der Tage 8.-10.10.1979

(Tiefendifferenz zwischen Hol 2 und 3 je nach Gesamtwassertiefe 3-8 m)

Als Grundlage für die Abschätzung der durchschnittlichen täglichen Häufigkeit von Cumaceen und Mysidaceen im Plankton dienten die Ergebnisse von Dauerstationen vor Ostfehmarn und Falshöft im Juli 1976 (Tab. 17, 18). Die saisonalen Fluktuationen dieser beiden Tiergruppen im Plankton wurden abgeleitet aus den Fluktuationen ihrer Häufigkeit am Boden, die ARNTZ (1971) mittels Bodengreiferuntersuchungen bestimmte (Abb. 8).

3.2.8. ICHTHYOPLANKTON

Die grundlegenden Daten über saisonales Auftreten, Entwicklung und Artbestimmung des Ichthyoplanktons der westlichen Ostsee wurden von EHRENBAUM (1908) zusammengefaßt. KÄNDLER (1950, 1961) führte langjährige Untersuchungen über das monatliche Vorkommen von Fischbrut in der Kieler Bucht durch, konnte aber nur semi-quantitative Angaben machen. Die erste umfangreiche Untersuchung unter Einsatz von Durchstrommessern stammt aus den Jahren 1970-1971 (MÜLLER 1978).

Der Stationsplan für die hier vorgestellte Fischbrutuntersuchung ist in Abb. 2, der Terminplan für die Probennahme in Abb. 3 dargestellt. Aus Tab. 23 sind neben Positionsangaben und Daten über die Mengen des filtrierte Wasservolumens auch die Häufigkeiten von Fischeiern und Fischlarven auf den 64 Stationen zu entnehmen. In Tab. 24 und 25 sind diese Werte nach einzelnen Fischarten aufgeschlüsselt.

Fischeier

Zur Bestimmung der pelagischen Fischeier wurden die Kriterien Eidurchmesser, Zeitpunkt des Auftretens im Plankton und Präsenz oder Fehlen von Ölkugeln herangezogen. Die Variationsbreiten der Eidurchmesser einzelner Arten überlappen sich teilweise, doch lassen sich die Maxima der Häufigkeitsverteilung von Eigrößen deutlich einzelnen Fischarten zuordnen (Abb. 20). Die Trennung der Größengruppen einzelner Fischarten erfolgte unter Berücksichtigung der Angaben von EHREMBaum (1908)(Tab. 26).

Station	nördliche Breite	östliche Länge	filtriertes Wasservolumen in m ³	Anzahl Fisch- larven in 100m ³	Anzahl Fisch- eier in 100m ³
1	54°25,5'	10°12,0'	8.976	4,40	21,75
3	54°28,0'	10°13,0'	7.872	3,00	64,63
4	54°29,3'	10°11,0'	8.371	3,13	66,24
5	54°29,5'	10°08,0'	8.665	5,76	46,88
6	54°29,0'	10°02,6'	9.345	7,84	79,02
7	54°28,5'	9°58,5'	9.273	10,30	32,96
8	54°27,5'	9°55,0'	8.665	2,86	30,77
10	54°29,6'	9°53,5'	10.431	2,07	107,19
11	54°29,8'	9°57,2'	9.382	2,49	98,59
12	54°31,0'	10°00,0'	11.376	3,51	140,83
13	54°33,0'	10°02,6'	8.681	4,35	94,29
14	54°35,0'	10°02,1'	8.420	21,25	102,19
15	54°37,2'	10°03,0'	8.991	6,26	72,51
16	54°39,0'	10°02,8'	8.729	38,09	93,34
17	54°40,5'	10°05,0'	8.386	4,22	103,80
18	54°42,3'	10°03,0'	8.682	14,13	77,65
19	54°43,8'	10°00,5'	8.644	5,85	85,90
20	54°46,0'	10°00,3'	8.552	5,47	70,52
21	54°47,2'	9°57,8'	8.158	4,16	34,64
22	54°47,6'	9°58,5'	8.232	1,89	50,23
23	54°48,1'	9°59,2'	8.085	1,60	84,55
24	54°48,3'	9°55,1'	8.093	3,10	58,37
25	54°49,8'	9°53,0'	8.694	2,84	36,76
26	54°47,0'	9°52,0'	8.652	3,54	41,01
27	54°48,5'	9°48,0'	8.663	3,12	62,70
28	54°26,5'	10°54,5'	8.443	7,07	26,27
29	54°28,5'	10°56,5'	8.504	11,68	30,54
30	54°31,3'	10°58,0'	8.569	8,71	10,96
31	54°32,9'	10°59,8'	8.911	7,13	27,03
32	54°33,1'	11°03,3'	9.852	5,94	12,65
33	54°33,3'	11°06,9'	9.252	5,32	16,94
34	54°32,6'	11°10,5'	8.916	9,23	15,12
35	54°31,2'	11°13,6'	9.982	12,61	12,42
36	54°29,7'	11°15,6'	10.089	10,08	8,57
37	54°27,5'	11°17,2'	10.835	25,23	8,75
38	54°27,7'	11°18,1'	9.022	19,80	14,28
39	54°27,8'	11°18,9'	10.372	11,33	21,04
40	54°25,7'	11°18,9'	9.090	40,76	34,25
41	54°23,9'	11°19,0'	9.059	32,34	8,48
42	54°23,9'	11°14,9'	9.020	8,43	1,61
43	54°23,0'	11°11,1'	9.940	15,34	5,11
44	54°21,5'	11°08,0'	8.047	14,69	1,73
45	54°19,0'	11°06,0'	8.474	31,41	1,63
46	54°16,5'	11°07,0'	8.297	20,67	2,47
47	54°24,0'	11°08,0'	8.247	8,54	15,75
48	54°24,7'	11°03,0'	8.658	11,26	31,97
49	54°23,4'	11°02,7'	8.359	12,55	10,86
50	54°24,0'	10°59,0'	8.678	3,21	13,26
51	54°25,7'	10°59,0'	9.043	5,12	20,03
52	54°23,5'	10°55,8'	8.212	11,08	59,56
53	54°22,4'	10°53,2'	8.486	6,37	46,08
54	54°20,5'	10°50,2'	8.372	4,36	88,17
55	54°18,9'	10°47,0'	8.670	4,58	113,75
56	54°18,7'	10°42,8'	8.862	5,28	228,89
57	54°20,5'	10°40,0'	9.053	5,05	26,41
58	54°22,3'	10°37,4'	9.093	3,71	37,92
59	54°23,3'	10°33,0'	8.531	5,66	38,21
60	54°25,0'	10°28,5'	9.274	6,60	39,11
61	54°26,6'	10°23,9'	8.510	3,41	23,98
62	54°27,3'	10°20,0'	8.763	7,03	43,25
63	54°26,5'	10°16,0'	9.768	9,69	39,67
64	54°22,5'	10°11,5'	8.852	15,96	16,44

Tab. 23.

Basisdaten zur Fischbrut-
untersuchung im Küstenbereich
der Kieler Bucht 1976-1977
(Stationsplan in Abb. 2,
Terminplan in Abb. 3)

Station	Gadus morhua	Onos cimbrius	Platichthys flesus	Pleuronectes platessa	Limanda limanda	Clupea sprattus
1	2,76	0,06	11,40	1,33	6,19	0,01
3	20,32	0,27	36,70	5,31	1,83	0,20
4	11,99	0,13	47,45	2,81	3,74	0,12
5	7,33	0,47	29,51	2,30	7,27	0,00
6	16,02	0,27	51,57	4,63	6,51	0,02
7	8,13	0,13	19,35	4,31	1,01	0,02
8	5,35	0,37	21,06	3,17	0,80	0,01
10	11,65	0,11	80,17	7,74	7,53	0,00
11	12,42	0,19	72,97	7,02	5,99	0,00
12	9,19	0,72	114,55	6,42	9,95	0,00
13	13,16	0,65	66,43	4,33	9,72	0,00
14	13,44	1,21	71,33	5,59	10,61	0,00
15	14,54	0,42	43,00	8,38	6,16	0,01
16	14,41	0,39	58,17	4,46	15,91	0,00
17	9,35	1,39	83,77	3,10	6,37	0,00
18	20,73	0,37	50,31	3,48	2,76	0,00
19	24,84	0,42	54,92	5,23	0,50	0,00
20	16,34	0,56	47,83	4,96	0,82	0,02
21	10,08	0,86	21,39	2,01	0,27	0,06
22	16,64	0,86	29,87	2,41	0,45	0,00
23	38,16	0,47	39,79	4,25	1,88	0,01
24	19,84	0,38	33,82	3,74	0,58	0,00
25	11,12	0,60	19,16	5,41	0,46	0,01
26	7,48	0,50	30,26	2,08	0,69	0,00
27	14,67	0,39	28,06	2,14	0,32	0,01
28	8,17	0,24	12,93	2,42	0,71	1,80
29	16,79	0,25	4,93	6,03	0,42	2,10
30	1,04	0,57	7,68	0,35	0,49	0,83
31	3,74	0,79	21,00	0,33	0,43	1,30
32	1,03	0,99	4,99	0,51	4,86	0,26
33	4,27	2,56	5,02	2,70	2,14	0,25
34	3,04	2,86	7,57	0,67	0,38	0,59
35	2,19	2,16	5,74	1,37	0,74	0,21
36	1,47	3,48	3,06	0,30	0,07	0,20
37	1,83	1,86	3,06	0,95	0,08	0,96
38	2,89	3,42	5,59	1,63	0,14	0,55
39	5,16	6,18	7,24	1,69	0,22	0,56
40	2,56	1,23	18,80	1,66	8,63	1,34
41	4,42	0,57	2,65	0,10	0,03	0,71
42	0,23	0,11	1,14	0,10	0,01	0,01
43	0,60	0,21	3,89	0,12	0,10	0,18
44	0,25	0,19	1,07	0,22	0,00	0,00
45	0,35	0,14	0,70	0,41	0,01	0,00
46	0,63	0,33	0,95	0,49	0,00	0,07
47	8,49	0,30	5,09	1,52	0,15	0,21
48	21,53	0,10	5,52	4,40	0,37	0,05
49	6,93	0,39	2,01	1,52	0,00	0,01
50	7,21	0,09	3,19	2,65	0,08	0,03
51	13,09	0,00	2,97	3,78	0,00	0,18
52	47,82	0,05	6,30	5,37	0,02	0,00
53	32,38	0,15	7,95	5,49	0,09	0,00
54	66,08	0,02	7,96	13,95	0,11	0,06
55	86,19	0,13	6,22	21,06	0,09	0,06
56	124,53	0,16	7,62	96,13	0,45	0,00
57	11,66	0,03	6,06	8,45	0,15	0,04
58	19,45	0,15	8,81	8,25	1,06	0,20
59	24,25	0,12	4,20	9,39	0,21	0,05
60	26,22	0,08	4,23	7,73	0,63	0,23
61	11,87	0,15	4,18	5,78	1,68	0,32
62	25,38	1,11	6,32	9,35	1,04	0,06
63	18,80	0,87	9,37	5,52	4,89	0,22
64	6,85	0,18	2,91	4,87	1,63	0,00
Σ	84.506	4.225	124.613	30.488	12.816	1.276
$\frac{n}{100m^3}$	15,24	0,76	22,47	5,50	2,31	0,23

Tab. 24.

Häufigkeit (Anzahl pro 100 m³) von pelagischen Fischeiern auf 64 Stationen im Küstenbereich der Kieler Bucht im Mittel der Jahre 1976-1977 (Stationsplan in Abb. 2, Terminplan in Abb. 3)

Station	Clupea harengus (Frühjahrsf.)	Clupea harengus (Herbstf.)	Belone belone	Gadus morhua	Onos cimbrius	Limanda limanda	Pleuronectes platessa	Platichthys flesus	Pholis gunnellus
1	1,326	0,290	0	0,201	0,033	0	0	0,212	0,412
3	0,292	0,064	0	0,025	0	0	0	0,267	0,406
4	0,179	0,012	0	0,012	0	0	0	0,143	0,239
5	1,639	0,069	0,023	0,138	0,012	0	0	0,115	0,542
6	0,610	0,203	0,021	0,032	0,021	0	0	0,203	1,466
7	0,636	0,356	0,011	0	0,011	0	0	0,054	0,183
8	0,566	0,185	0	0,012	0	0	0	0,069	0,015
10	0,508	0,144	0	0,067	0	0	0	0,067	0,220
11	0,959	0,075	0	0,064	0,011	0	0	0,181	0,192
12	0,519	0,097	0	0,026	0,026	0	0,009	0,141	0,747
13	1,279	0,012	0	0,035	0,035	0	0	0,299	0,415
14	16,674	0,059	0	0	0,036	0	0	0,107	0,297
15	4,071	0,011	0	0,044	0	0	0	0,289	0,089
16	30,643	0,011	0	0	0	0	0,057	0,046	0,126
17	1,025	0,036	0	0,024	0	0	0	0,095	0,048
18	8,489	0,035	0	0,058	0	0	0	2,246	0,242
19	2,094	0,012	0,104	0,093	0,012	0	0	1,573	0,451
20	2,479	0,035	0,023	0,035	0,023	0	0	0,187	0,327
21	0,711	0,012	0,075	0,012	0,025	0	0	0,012	0,343
22	0,121	0	0	0,024	0	0	0	0,024	0,401
23	0,161	0	0	0,049	0	0	0	0,124	0,186
24	0,124	0,012	0	0,025	0	0	0	0,012	0,494
25	0,161	0,035	0,024	0,092	0,012	0	0,012	0,012	0,127
26	1,364	0,035	0,012	0,035	0	0	0,069	0,069	0,497
27	1,408	0,035	0,023	0,069	0	0	0	0,023	0,335
28	0,166	0,059	0	0,036	0,024	0,024	0,012	0,036	0,640
29	0,247	0,071	0	0	0,024	0	0	0,094	0,223
30	0,163	0,058	0	0,047	0,047	0,082	0	0,012	0,058
31	0,191	0,101	0	0	0	0,034	0	0,079	0,022
32	0,091	0,020	0	0,020	0,030	0,061	0	0	0,203
33	0,054	0,183	0,011	0,032	0,054	0,216	0,011	0,022	0,281
34	0,135	0,022	0	0,011	0,011	0,044	0	0,037	0,179
35	0,130	0,010	0	0,020	0	0,190	0,030	0,040	0,220
36	0,010	0,020	0	0,010	0,040	0	0,010	0	0,109
37	1,006	0,028	0	0	0,009	0	0	0,028	0,111
38	0,697	0,033	0	0,174	0,022	0	0,033	0,011	0,253
39	0,578	0,039	0	0,019	0	0,019	0,010	0,010	0,241
40	1,969	0,011	0	0,011	0,011	0,033	0,011	0	0,055
41	0,320	0	0	0	0,011	0,033	0	0	0,177
42	0,133	0,011	0,011	0	0,011	0	0	0	0,078
43	0,342	0	0,050	0	0,050	0	0,010	0	0,131
44	0,534	0,025	0,012	0,037	0	0,012	0	0	0,137
45	0,248	0,047	0	0	0	0	0	0	0,142
46	1,482	0,024	0	0	0,012	0	0	0,024	0,181
47	0,121	0,024	0,036	0,012	0,036	0	0,012	0,024	0,049
48	0,208	0,058	0	0,035	0	0	0	0,012	0,439
49	1,172	0,048	0,012	0	0,012	0	0	0	0,347
50	0,472	0,265	0	0	0	0	0,023	0	0,173
51	0,299	0,070	0	0,010	0,030	0	0	0,030	0,409
52	1,059	0,170	0	0,049	0,012	0	0	0,012	0,658
53	0,471	0,200	0,024	0	0,024	0	0,035	0,024	0,389
54	0,406	0,060	0,036	0	0	0	0,036	0,012	0,227
55	0,634	0,104	0	0	0,012	0	0	0	0,277
56	0,553	0,068	0,011	0,023	0,011	0	0	0,011	0,282
57	0,762	0,088	0,055	0	0,044	0,044	0	0	0,066
58	0,517	0,165	0	0,055	0,033	0	0	0,022	0,209
59	0,727	0,117	0	0,012	0,012	0	0	0,023	0,070
60	0,766	0,108	0,119	0,032	0,011	0	0	0,022	0,237
61	0,428	0,094	0,082	0	0	0	0	0,012	0,212
62	0,422	0,103	0	0,068	0	0	0	0,011	0,342
63	0,839	0,041	0,020	0,092	0,010	0	0	0,010	0,154
64	5,185	0,136	0,011	0,124	0	0	0,011	0,068	1,841
Σ	8.942	406	65	176	78	70	35	640	1.696
n 100m ³	1,613	0,073	0,012	0,032	0,014	0,013	0,006	0,115	0,306

Tab. 25.

Häufigkeit (Anzahl pro 100 m³) von Fischlarven auf 64 Stationen im Küstenbereich der Kieler Bucht im Mittel der Jahre 1976-1977 (Stationsplan in Abb. 2, Terminplan in Abb. 3)

(Fortsetzung auf der folgenden Seite)

Tab. 25.

(Fortsetzung von
der Vorseite)

Station	Gobiidae	Ammodytes spp.	Syngnathus typhle	Nerophis ophidion	Myoxocephalus scorpius	Cottus bubalis	Liparis montagu	Agonus cataphractus	Chirolophis galerita
1	1,660	0,156	0	0	0,056	0,045	0	0	0,011
3	1,639	0,165	0	0	0,076	0,013	0,013	0,013	0
4	2,043	0,442	0,024	0	0,024	0	0	0	0
5	2,943	0,115	0	0	0,127	0,012	0,012	0	0,012
6	4,750	0,417	0	0	0,075	0,011	0,011	0,011	0
7	0,183	0,388	0	0	0,022	0,011	0	0	0,011
8	1,835	0	0,012	0	0,023	0,012	0	0	0
10	0,920	0,048	0	0	0,067	0,010	0,010	0	0,010
11	0,608	0,171	0,011	0,021	0,149	0,021	0,011	0,011	0,011
12	1,714	0,018	0	0	0,167	0,009	0	0,018	0,009
13	2,062	0,161	0	0	0,058	0	0	0	0
14	3,884	0,166	0	0	0,012	0	0,012	0	0
15	1,602	0,111	0	0	0,044	0	0	0	0
16	6,953	0,092	0	0	0,057	0,011	0,069	0,011	0
17	2,743	0,191	0	0	0,024	0	0,024	0	0
18	2,868	0,069	0,012	0	0,104	0,012	0	0	0
19	1,330	0,081	0	0	0,104	0	0	0	0
20	2,011	0,257	0,023	0,023	0,023	0	0,012	0,012	0
21	2,709	0,184	0	0	0,074	0,025	0,025	0	0
22	1,105	0,085	0	0	0,051	0	0,024	0	0,012
23	0,866	0,148	0	0	0,025	0	0,037	0	0
24	2,298	0,025	0	0	0,074	0	0,025	0	0
25	1,760	0,069	0	0	0,265	0,012	0,012	0	0
26	1,283	0,058	0	0	0,058	0,023	0	0,012	0
27	1,131	0,012	0	0	0,035	0,012	0,023	0	0
28	3,968	1,966	0	0	0,083	0	0,036	0,024	0
29	8,713	1,975	0	0	0,223	0	0,059	0,047	0
30	6,430	1,704	0	0	0,047	0	0	0,023	0
31	5,050	1,560	0	0	0,022	0	0,022	0	0
32	5,146	0,264	0	0,010	0,030	0	0,041	0,010	0,010
33	3,891	0,443	0	0,011	0,043	0	0,032	0,011	0,011
34	8,177	0,523	0	0,011	0,022	0	0,022	0,022	0
35	11,571	0,240	0	0,010	0,010	0,030	0,040	0,010	0,010
36	9,614	0,188	0	0,020	0,010	0	0	0	0,010
37	22,797	1,080	0,009	0,037	0,074	0	0,028	0,018	0
38	67,478	3,609	0	0,022	0,033	0	0,044	0,022	0
39	9,732	0,395	0,010	0	0,029	0	0,193	0,019	0
40	35,279	3,267	0,011	0	0,044	0,011	0,044	0	0
41	31,304	0,464	0,011	0	0,011	0,011	0	0	0
42	7,251	0,820	0,011	0	0,033	0,033	0	0,022	0,011
43	12,706	2,022	0	0	0,020	0	0	0,010	0
44	13,732	0,149	0	0	0,025	0,025	0	0	0
45	30,364	0,496	0	0,035	0,012	0,059	0,012	0	0
46	17,247	1,651	0	0,012	0	0,036	0	0	0
47	7,748	0,461	0	0	0,012	0	0	0	0
48	9,437	0,993	0	0	0,023	0,012	0,023	0,012	0,012
49	10,205	0,502	0,012	0,012	0,084	0,036	0,084	0,012	0,012
50	1,913	0,288	0	0	0,023	0,023	0,012	0,023	0
51	3,859	0,310	0,030	0	0,030	0,020	0,030	0,030	0
52	8,414	0,584	0	0	0,024	0,024	0,049	0,012	0,012
53	4,125	0,884	0,035	0	0,082	0,024	0,035	0,024	0
54	2,902	0,585	0	0	0	0,036	0,024	0,024	0
55	3,091	0,346	0	0	0,023	0,046	0,012	0,035	0
56	3,916	0,316	0	0	0,011	0,056	0,011	0	0,011
57	3,479	0,298	0	0	0,044	0,033	0,011	0,033	0,022
58	2,353	0,275	0	0	0,022	0,022	0,011	0	0,022
59	4,384	0,270	0	0	0,012	0,012	0,012	0	0
60	4,560	0,658	0	0	0,032	0,011	0,011	0,022	0,011
61	1,962	0,482	0	0	0,024	0,024	0	0,024	0
62	5,615	0,388	0	0	0,023	0	0,011	0	0,011
63	8,026	0,450	0	0	0	0	0,010	0	0,031
64	8,224	0,2033	0	0	0,068	0,023	0,034	0,034	0
Σ	37,525	2,861	17	24	279	74	115	60	25
$\frac{n}{100m^3}$	6,767	0,516	0,003	0,004	0,050	0,013	0,021	0,011	0,005



Pelagische Fischeier ohne Ölkugel stammen in der Kieler Bucht von Klippenbarsch (0,7-0,9 mm), Kliesche (0,8-1,05 mm), Flunder (0,95-1,3 mm), Sprott (1,05-1,55 mm), Dorsch (1,25-1,7 mm) und Scholle (1,7-2,2 mm). Die Durchmesserangaben wurden der Arbeit von EHRENBaum (1908) entnommen. Eine Zusammenfassung aller 1976-1977 gefangenen Fischeier zeigt das Vorherrschen der vier Arten Kliesche, Flunder, Dorsch und Scholle. Im Jahresmittel machen sie 96 % aller pelagischen Fischeier aus. Der Anteil der Flundereier hieran betrug 43 %, jener der Dorscheier 36 %. Eier des Klippenbarsches sind quantitativ ohne Bedeutung und auch Sprotteier heben sich in Abb. 20 nicht von den Eigruppen der Nachbararten ab.

Das monatliche Auftreten der Fischeier ist in Tab. 27 dargestellt. Bei allen häufigen Arten liegt das Häufigkeitsmaximum im Frühjahr: im Februar und März für Dorsch und Scholle, im Mai für Flunder und Kliesche.

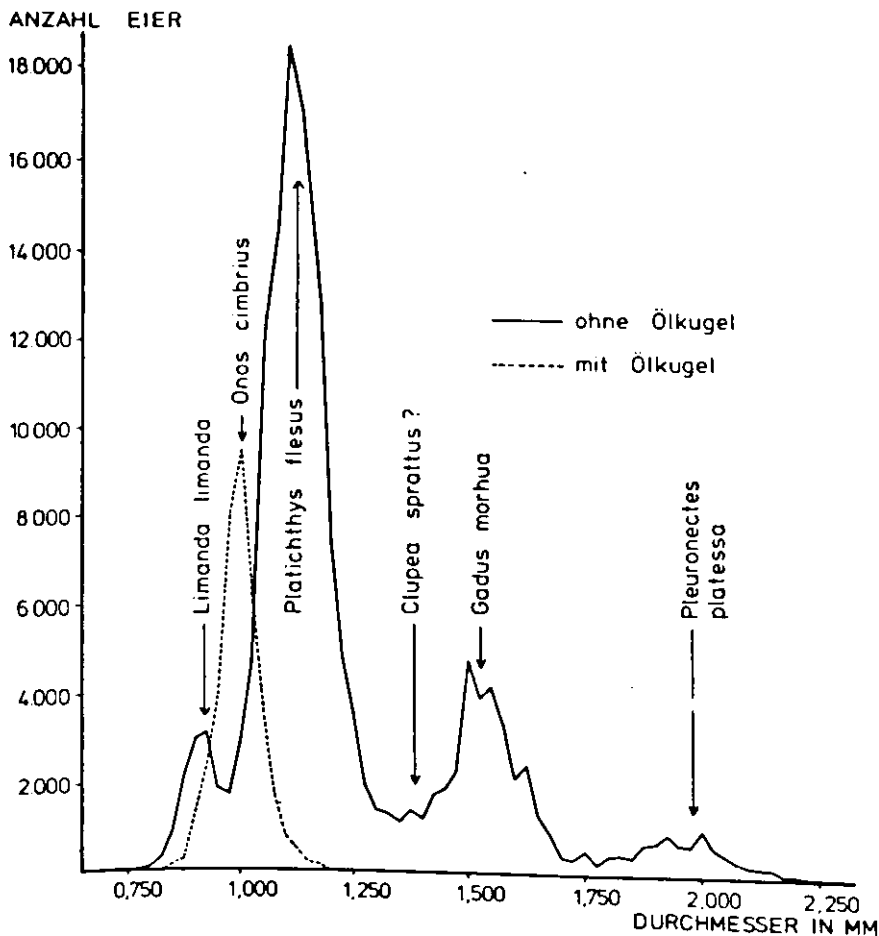


Abb. 20.

Größenverteilung aller
1976-1977 im Plankton
der Kieler Bucht gefan-
genen Fischeier

Tab. 26.

zusammenfassende Darstellung der 1976-1977 im Küstenbereich der Kieler Bucht gefangenen pelagischen Fischeier

Eidurch- messer µm	Anzahl der Eier ohne Ölkugel								Anzahl Eier Apr 76 - Jun 77	
	Apr 1976	Mai 1976	Jun 1976	Jan 1977	Feb 1977	Mär 1977	Mai 1977	Jun 1977	ohne Ölkugel	mit Ölkugel
650			6						6	
675			10						10	
700			10						10	
725			9						9	
750			32						33	
775			44						46	
800	12		79						103	
825	75		120						330	
850	182		70						943	
875	477	76	147			16			2211	17
900	282	234	323						3002	29
925	313	137	415			3			3164	136
950	296	97	301			19			1904	241
975	133	789	313			28			1768	401
1000	89	1955	498		18	61			2956	805
1025	63	3331	743			67			4666	948
1050	125	8730	1069		2	169			11921	627
1075	183	9659	1017		8	169			13907	370
1100	216	8283	750		8	255			14405	172
1125	400	10058	774		13	382			18668	83
1150	447	8734	518		13	290			17140	54
1175	483	6074	364		40	246			12846	22
1200	428	3223	220			131			7419	18
1225	315	2191	197		4	76			4901	1
1250	307	1454	176	1		102			3619	
1275	227	828	172	1	16	51			2017	
1300	179	456	88	2	4	81			1427	
1325	78	409	39	6	48	132			1351	
1350	60	214	73	15	69	174			1166	
1375	53	153	27	32	98	483			1436	
1400	41	47	14	40	254	351			1245	
1425	26	24	12	57	463	749			1831	
1450	41	15	11	66	648	681			1945	
1475	26	24	1	97	1102	834			2355	
1500	59	57		224	2708	1547			4846	
1525	58	1		170	2538	1131			4012	
1550	57	1		233	2958	892			4267	
1575	47	1		143	2427	722			3418	
1600	43			106	1669	343			2206	
1625	70	8		136	1891	354			2503	
1650	64	3		69	920	294			1386	
1675	53	2		32	705	159			961	
1700	43	2		25	239	89			403	
1725	27	1		12	203	97			371	
1750	45	1		16	237	234			560	
1775	24			11	63	172			270	
1800	23			12	149	254			455	
1825	17			18	114	309			463	
1850	32			27	139	229			439	
1875	29			47	281	379			744	
1900	42			38	312	384			784	
1925	48	2		45	405	468			971	
1950	39			54	305	354			755	
1975	61			58	366	250			739	
2000	57			51	540	428			1080	
2025	39			29	369	243			680	
2050	41			36	264	163			504	
2075	28			24	182	111			349	
2100	26			14	116	104			261	
2125	20			10	113	89			234	
2150	20	1		8	161	37			227	
2175	9			4	41	32			86	
2200	3			1	80	7			91	
2225	3			1	30	3			37	
2250	2				22	2			26	
2275						2			4	
2300						2			2	
2325						1			1	
	6688	67299	8655	1971	23342	15435	50238	1170	174895	3924

Tab. 27.

Häufigkeit von Fischeiern und -larven im Plankton der Kieler Bucht 1976-1977
(Anzahl pro 100 m³)

	Gadus morhua, Eier	Platichthys flesus, Eier	Pleuronectes platessa, Eier	Limanda limanda, Eier	Clupea harengus, Frühjahrs- larven	Clupea harengus, Herbstlarven	Ammodytes spp., Larven	Pholis gunnellus, Larven	Gobius spp., Larven	andere Fischlarven
Jan	43	0	14	0	0	1	+	2	0	1
Feb	748	3	183	0	0	1	+	19	0	3
Mär	695	62	299	+	0	2	1	9	0	3
Apr	7	68	9	37	42	+	2	3	0	3
Mai	44	1.611	2	155	74	+	+	+	0	11
Jun	0	104	+	12	26	0	28	0	188	2
Jul	0	0	0	0	+	0	5	0	266	0
Aug	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(3)	(0)	(135)	(0)
Sep	0	0	0	0	0	0	1	0	4	+
Okt	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(+)	(+)	(0)	2	(+)
Nov	+	0	0	0	0	1	+	0	+	+
Dez	+	+	+	0	0	+	+	0	+	+
Mittel	128	154	42	17	12	1	3	3	50	2

Die regionale Verbreitung der Eier zeigen Abb. 21 und 22. Die Hohwachter Bucht ist demnach Laichgebiet von Dorsch und Scholle. Flundern nutzen offenbar die Eckernförder Bucht und nördlich angrenzende Gebiete bevorzugt zum Laichen.

Fischlarven

Der Anteil der aus pelagischen Eiern geschlüpften Larven beträgt im Mittel der Jahre 1976 und 1977 nur 1,9 % des gesamten Larvenmaterials. Die Mehrzahl bilden die aus demersalen Eiern geschlüpften Herings- und Grundellarven.

Sandaallarven - ebenfalls aus demersalen Eiern geschlüpft - sind fast ganzjährig im Plankton vorhanden. Sie gehören zwei Arten an: dem Großen Sandaal *Hyperoplus lanceolatus*, dessen Larven bevorzugt

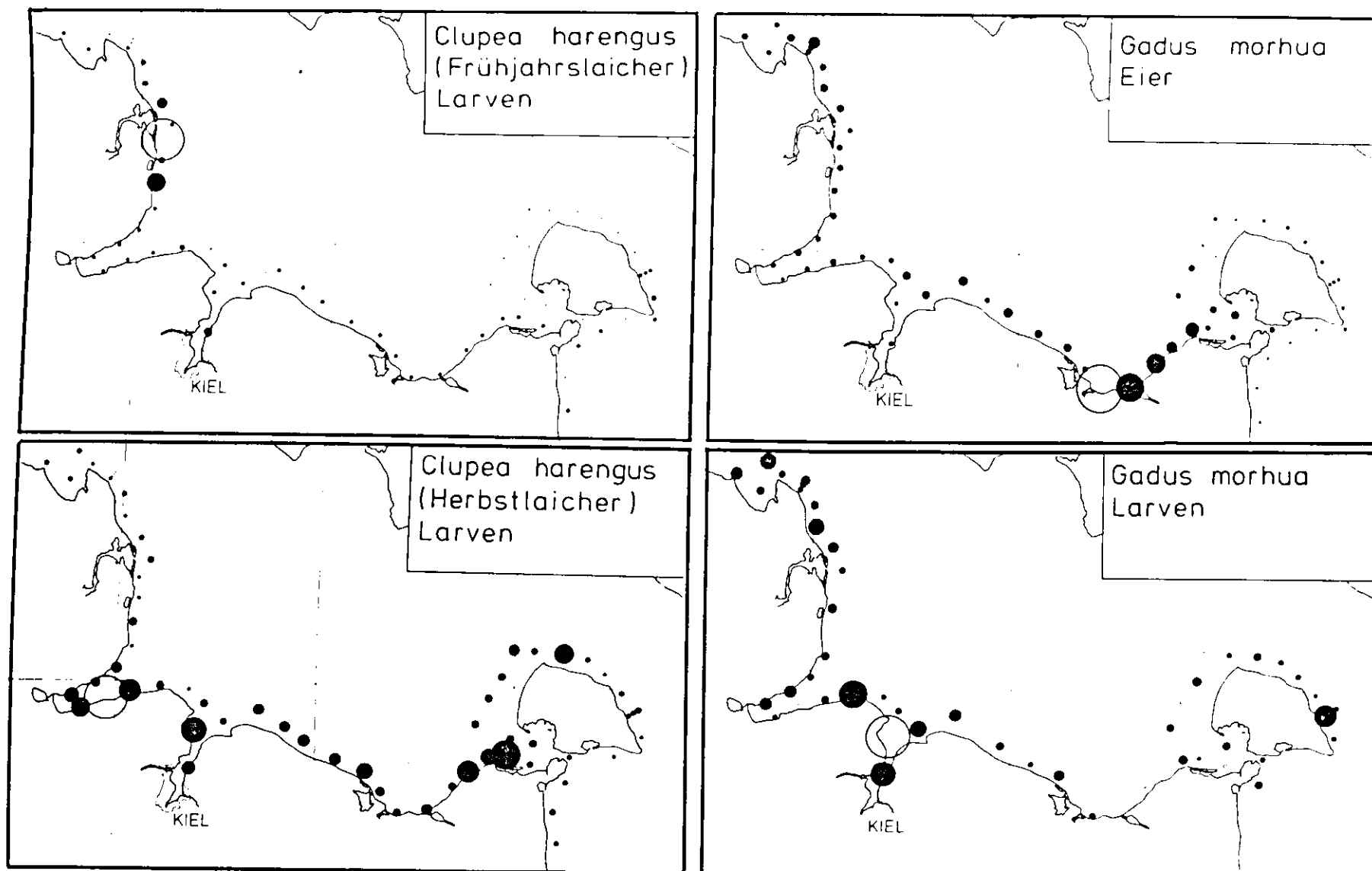
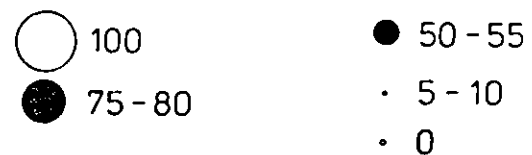


Abb. 21.

relative Häufigkeit von Fischbrut
in der Kieler Bucht 1976-1977



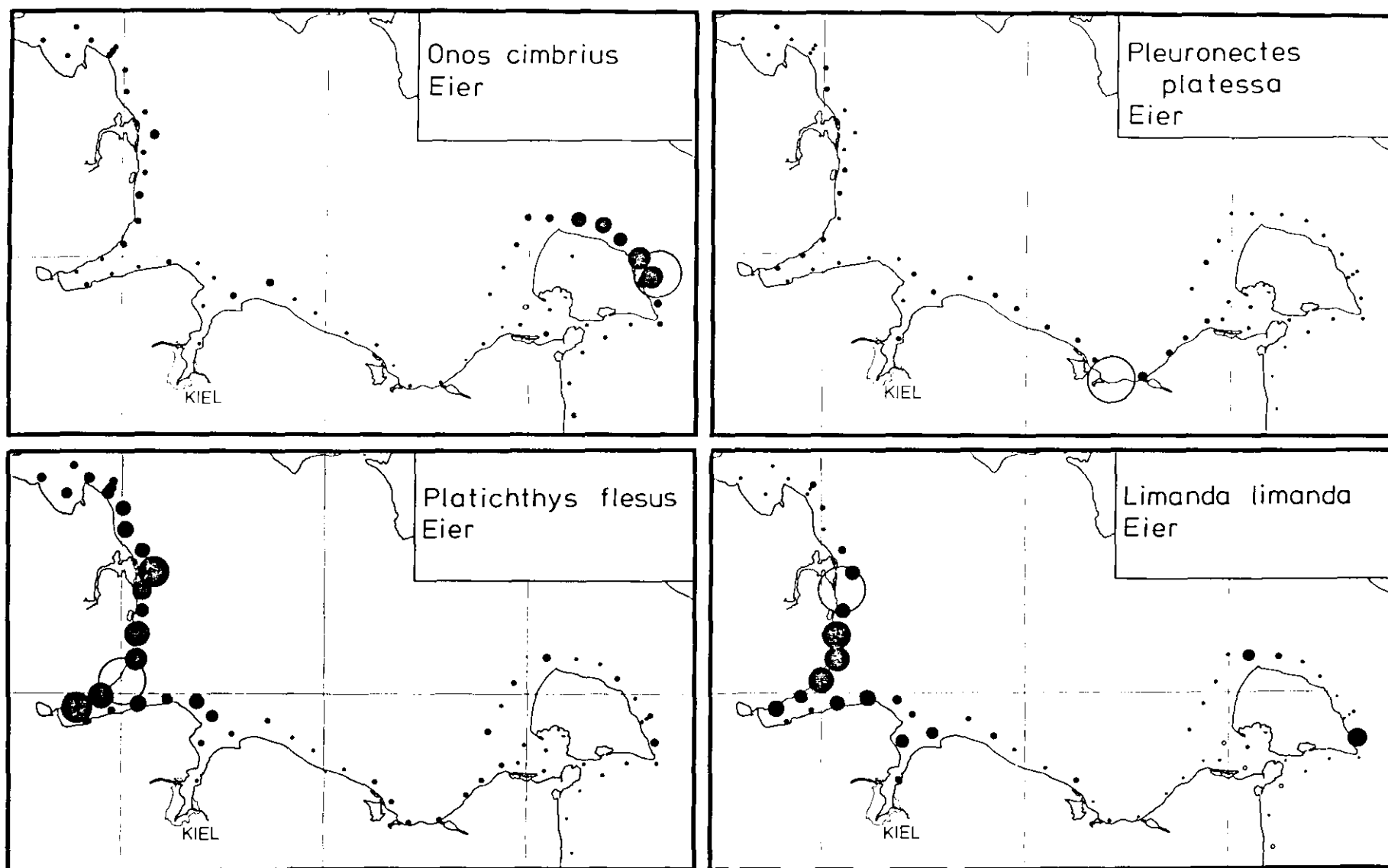
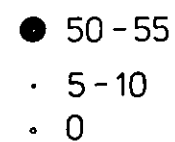
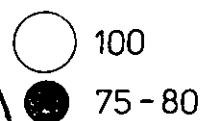


Abb. 22.

relative Häufigkeit von Fischbrut
im Plankton der Kieler Bucht 1976-1977



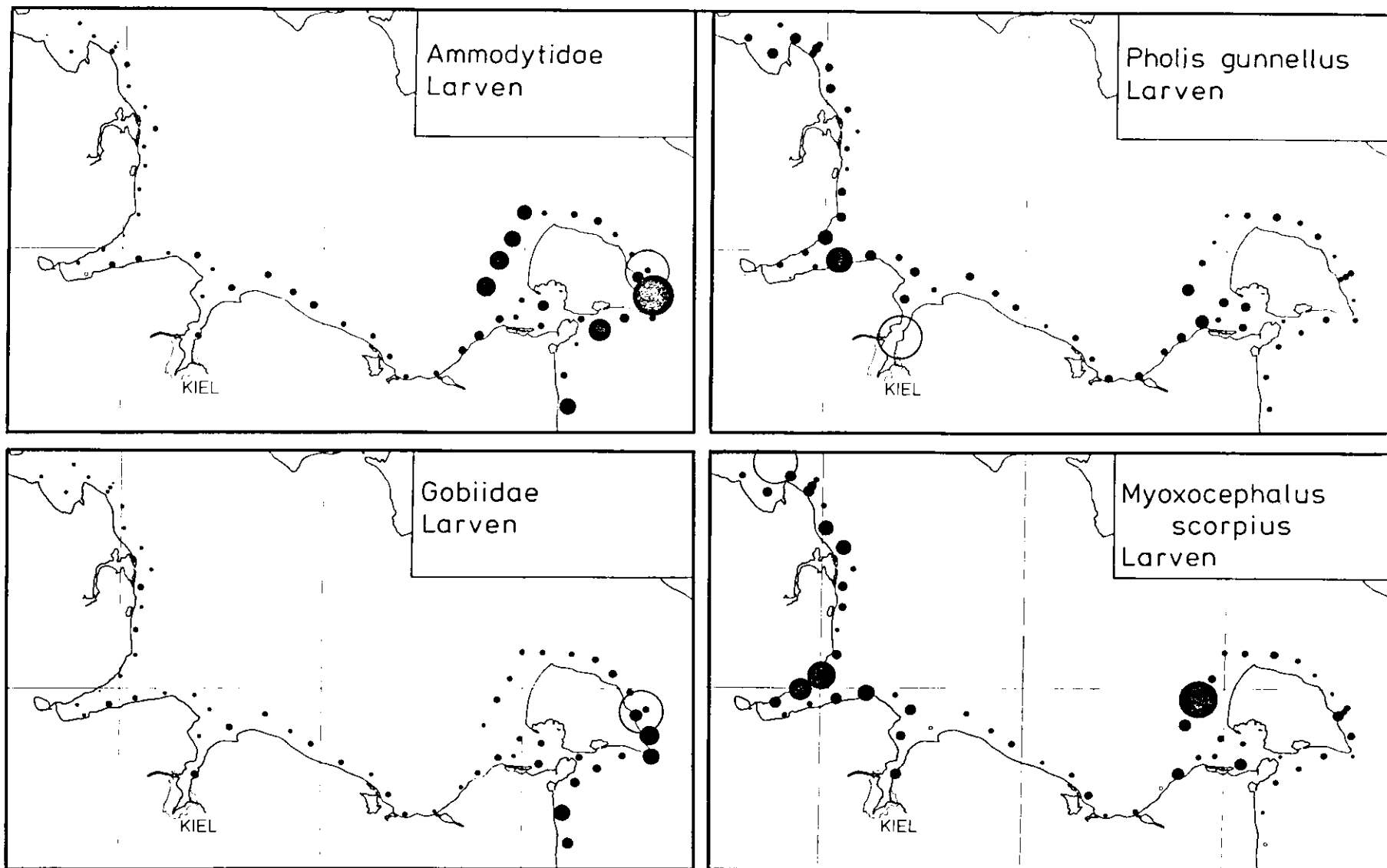


Abb. 23.
relative Häufigkeit von Fischbrut
im Plankton der Kieler Bucht 1976-1977



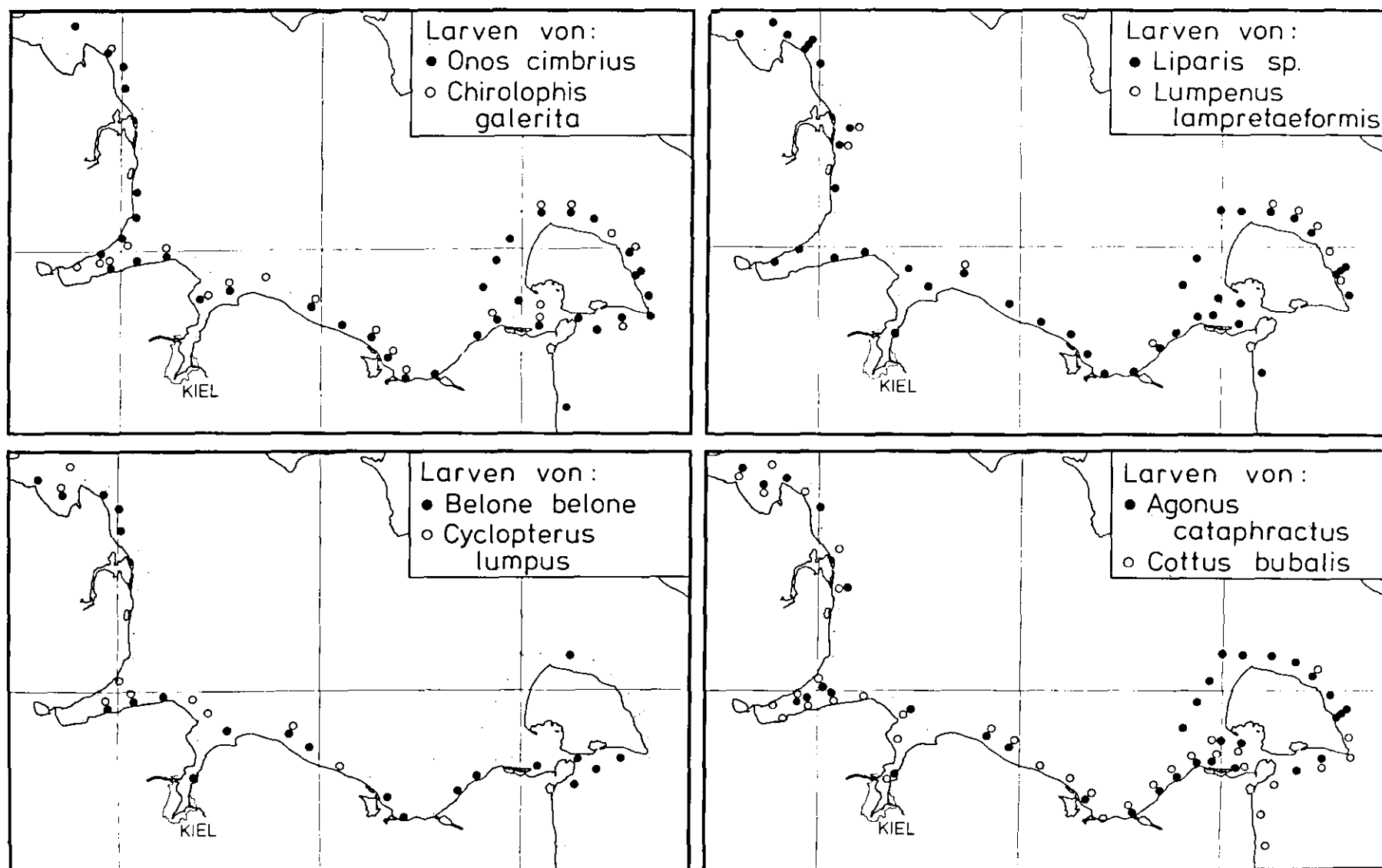


Abb. 24.

Auftreten einiger weniger häufiger Fischlarven im Plankton der Kieler Bucht 1976-1977

von März bis April auftreten und dem wesentlich häufigeren Kleinen Sandaal *Ammodytes lancea*, dessen Brut vorwiegend im Juni und Juli gefangen wird. Bevorzugte Laichgebiete der Sandaale liegen rund um Fehmarn (Abb. 23).

Der Hering (*Clupea harengus*) tritt mit zwei Rassen als Frühjahrs- und als Herbstlaicher auf. Das Häufigkeitsverhältnis ihrer Larven betrug 1976-1977 entlang der 8-m-Linie 20:1. Der weitaus häufigere Frühjahrshering laicht von April bis Mai auf relativ engem Areal in flachen, geschützten Buchten und Förden (Kieler Förde, Schlei, Eckernförder und Geltinger Bucht). Aus der Schlei ausgedriftete Larven (SCHNACK 1972) verursachten das in Abb. 21 dargestellte Massenaufreten auf den Stat. 14-18. Die maximale Bestandsdichte lag

Tab. 28.

Häufigkeit von Fischlarven im Plankton der Kieler Förde 1978-1979 (Anzahl pro 100 m³)

	<i>Clupea harengus</i> , Frühjahrs-laicher	<i>Clupea harengus</i> , Herbst-laicher	<i>Sprattus</i> <i>sprattus</i>	<i>Gadus</i> <i>morhua</i>	<i>Onos</i> <i>cimbrius</i>	<i>Ammodytes</i>	<i>Ctenolabrus</i> <i>rupestris</i>	<i>Pholis</i> <i>guttellus</i>	<i>Gobiidae</i>	<i>Myoxocephalus</i> <i>scorpius</i>	<i>Cottus</i> <i>bubalis</i>	<i>Agonus</i> <i>cataphractus</i>	<i>Limanda</i>	<i>Pleuronectes</i> <i>platessa</i>	<i>Platichthys</i> <i>flesus</i>	<i>Siponostoma</i> <i>typhle</i>	<i>Nerophis</i> <i>opudion</i>	<i>Liparis</i> <i>montagu</i>	<i>Belone</i> <i>belone</i>
Jan	0	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Feb	0	1	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mär	0	3	0	0	0	+	0	41	0	19	0	+	0	0	0	0	0	0	0
Apr	34	2	0	23	0	+	0	29	+	1	0	2	0	0	7	0	0	1	0
Mai	1.338	3	5	+	0	2	+	+	1	+	3	+	0	+	2	+	+	+	0
Jun	438	0	20	+	+	1	0	+	42	0	2	+	+	0	+	+	0	0	+
Jul	36	0	10	0	0	+	0	0	38	0	+	0	0	0	0	+	+	0	0
Aug	0	0	2	0	+	2	0	0	27	0	0	0	+	0	0	1	+	0	0
Sep	0	0	+	0	0	+	0	0	5	0	0	0	+	0	0	+	0	0	0
Okt	0	4	0	0	+	2	0	0	13	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0
Nov	0	18	0	0	+	+	0	0	4	+	0	0	0	0	0	+	0	0	0
Dez	0	25	0	0	0	0	0	1	1	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mittel	154	6	3	2	+	1	+	8	11	2	+	+	+	+	1	+	+	+	+

mit 0,07 Tieren pro m³ im Mai. Das Laichgebiet des Herbstherings ist weniger stark eingegrenzt (WEBER 1971) und erstreckte sich im Winter 1976/77 entlang der gesamten Südküste der Kieler Bucht. Im Jahresmittel lag der Anteil der Heringslarven am gesamten Fischlar-

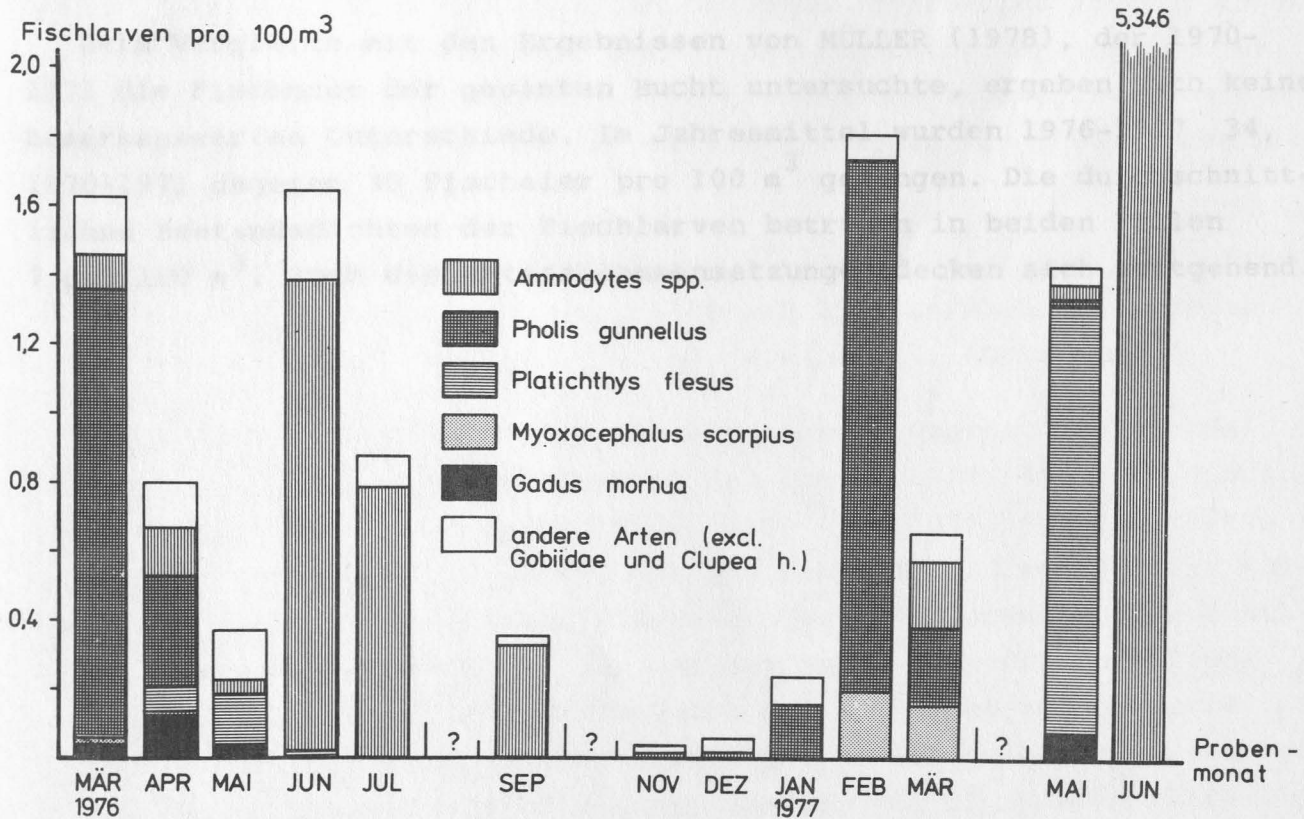
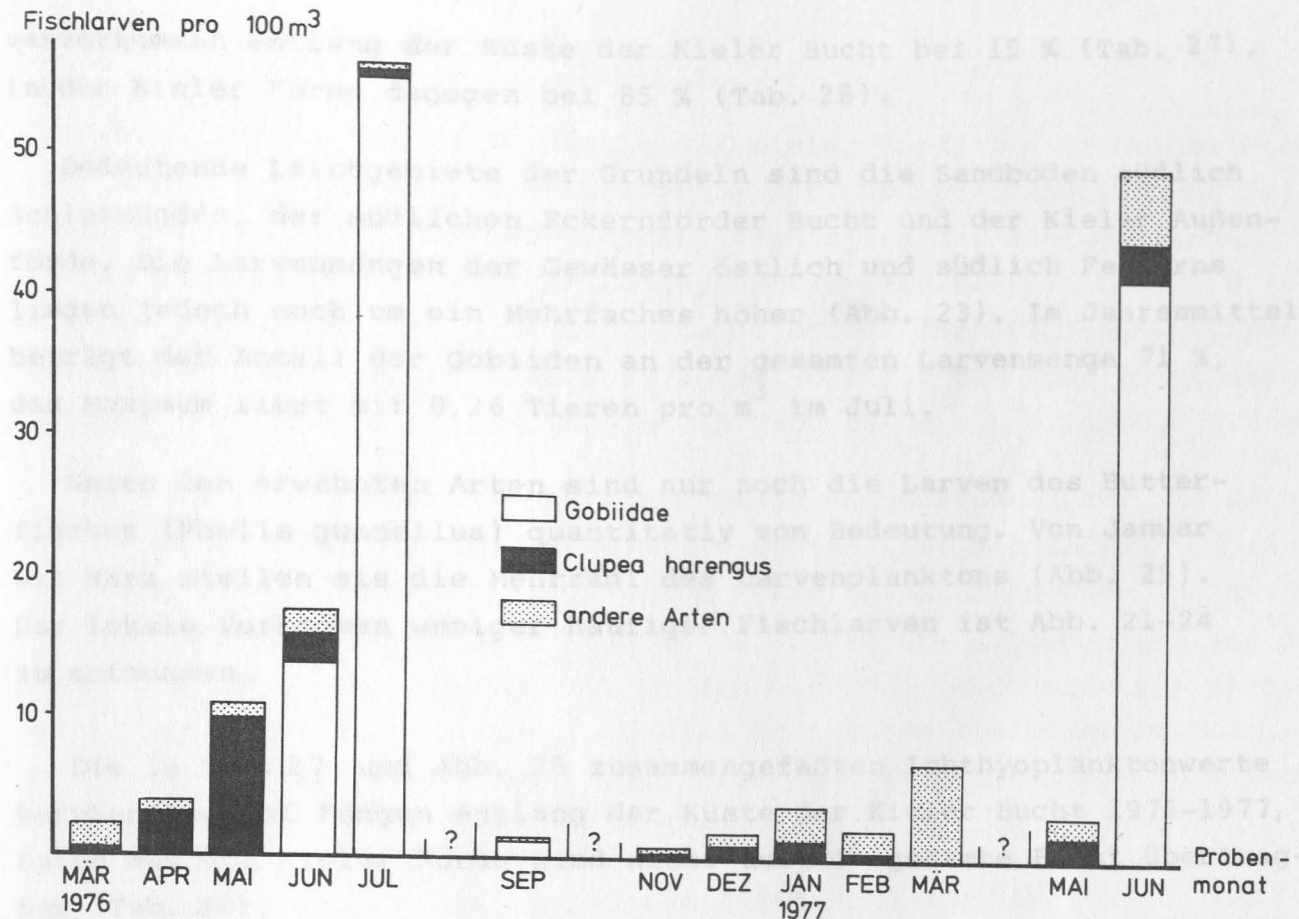


Abb. 25.

Häufigkeit von Fischlarven im Plankton der Kieler Bucht während der Serienfahrten 1976-1977

venvorkommen entlang der Küste der Kieler Bucht bei 15 % (Tab. 27), in der Kieler Förde dagegen bei 85 % (Tab. 28).

Bedeutende Laichgebiete der Grundeln sind die Sandböden südlich Schleimündes, der südlichen Eckernförder Bucht und der Kieler Außenförde. Die Larvenmengen der Gewässer östlich und südlich Fehmarns liegen jedoch noch um ein Mehrfaches höher (Abb. 23). Im Jahresmittel beträgt der Anteil der Gobiiden an der gesamten Larvenmenge 71 %, das Maximum liegt mit 0,26 Tieren pro m^3 im Juli.

Neben den erwähnten Arten sind nur noch die Larven des Butterfisches (*Pholis gunnellus*) quantitativ von Bedeutung. Von Januar bis März stellen sie die Mehrzahl des Larvenplanktons (Abb. 25). Das lokale Vorkommen weniger häufiger Fischlarven ist Abb. 21-24 zu entnehmen.

Die in Tab. 27 und Abb. 25 zusammengefaßten Ichthyoplanktonwerte beruhen nur auf Fängen entlang der Küste der Kieler Bucht 1976-1977, Daten aus der Kieler Förde sind nicht auf die gesamte Bucht übertragbar (Tab. 28).

Beim Vergleich mit den Ergebnissen von MÜLLER (1978), der 1970-1971 die Fischbrut der gesamten Bucht untersuchte, ergeben sich keine bemerkenswerten Unterschiede. Im Jahresmittel wurden 1976-1977 34, 1970-1971 dagegen 30 Fischeier pro $100 m^3$ gefangen. Die durchschnittlichen Bestandsdichten der Fischlarven betrugen in beiden Fällen 7 pro $100 m^3$. Auch die Artenzusammensetzungen decken sich weitgehend.

3.3. HERINGSLARVEN IN DER KIELER FÖRDE

Innerhalb der Kieler Bucht stellt die Kieler Förde ein wichtiges Produktionsgebiet für den Frühjahrshering dar. Um seine Hauptlaichplätze innerhalb der Förde zu lokalisieren, wurden aus den Planktonfängen nur Junglarven von 5,0-7,9 mm Länge ausgewertet. Hierbei handelte es sich fast ausschließlich um Dottersackstadien. Ihre regionale Verbreitung im Verlaufe der Frühjahre 1978-1981 wird in den Abb. 26-29 dargestellt. Die Basisdaten hierzu sind in Tab. 29-32 aufgelistet.

Am 14.5.1980 fielen 22 Stationen wegen Netzverlustes aus. Um dennoch eine Vergleichbarkeit des Jahresmittelwertes 1980 mit anderen Jahren zu ermöglichen, mußten die fehlenden Werte geschätzt werden. Es wurde von der Annahme ausgegangen, daß am 14.5.1980 die Larvenmengen auf den nicht befischten Stationen 5-26 in den gleichen Relationen zur mittleren Larvenmenge auf den erfolgreich befischten Stationen standen, wie im Mittel der Serien vom 8.5., 21.5. und 28.5.1980. Die so errechneten Werte stehen in Tab. 31 in Klammern.

Während aller 4 Jahre wurden die Untersuchungen bereits vor Einsetzen des ersten Larvenschlupfes begonnen (Nullserien in Tab. 29-32). Bei wöchentlicher Probennahme wurde somit der Zeitpunkt des ersten Schlupfes um 0-6 Tage verfehlt. Die Probennahme endete, nachdem auf einer Serie im Mittel aller 26 Stationen weniger als 1 Junglarve pro 100 m³ ermittelt wurde.

In den Jahren 1979 und 1980 lagen die Tage des ersten Schlupfes zwischen dem 2. und dem 8. Mai, 1978 und 1981 setzten sie bereits zwei Wochen früher, zwischen dem 17. und dem 26. April, ein.

Eine Mittelwertbildung des Larvenvorkommen während der ersten Probenserien nach Schlupfbeginn in den Jahren 1978-1981 gibt Hinweise auf die Lage der bevorzugten Laichplätze (Tab. 33). Sie erstrecken sich vom Ende der Förde (Hörn) entlang des Südwestufers bis zur Mündung des Nord-Ostsee-Kanals. Die hohen Larvenvorkommen in der Kanal-mündung sind möglicherweise auf aus dem Kanal ausgedriftete Tiere zurückzuführen (Abb. 30). Im Verlaufe der folgenden Wochen verteilen sich die Heringslarven dann in der gesamten Kieler Förde und vermischen sich später in der Kieler Bucht mit Larven, die in anderen Förden und Buchten der westlichen Ostsee geschlüpft sind.

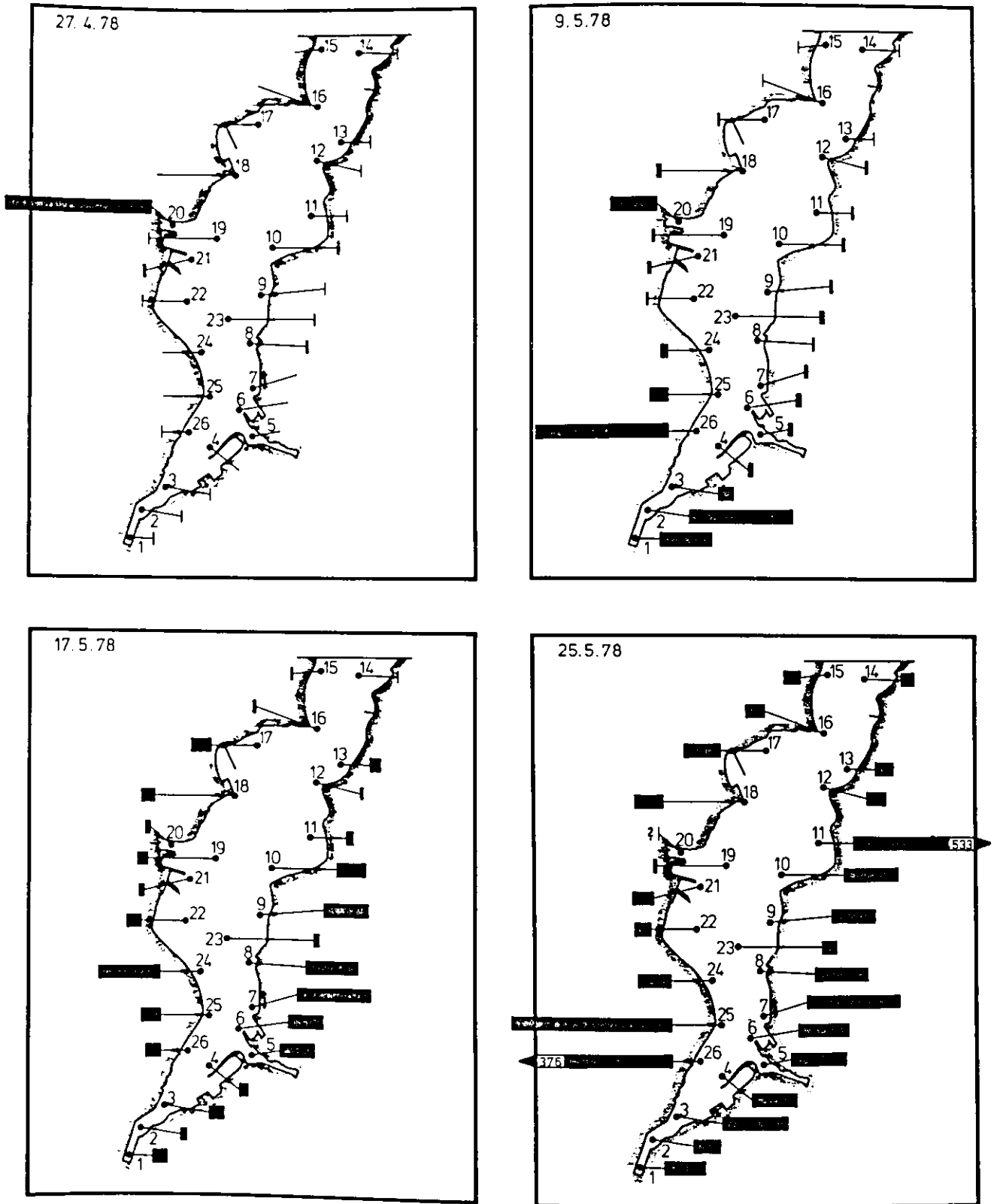


Abb. 26.

Verteilung von Heringslarven (5,0-7,9 mm) im Plankton der Kieler Förde 1978, 1 cm Balkenlänge entspricht 113 Larven pro 100 m^3 (Fortsetzung auf der folgenden Seite)

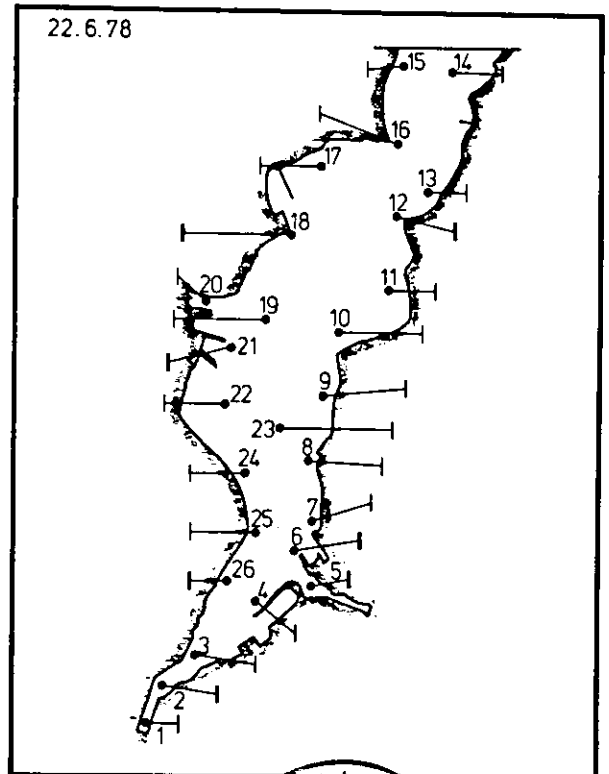
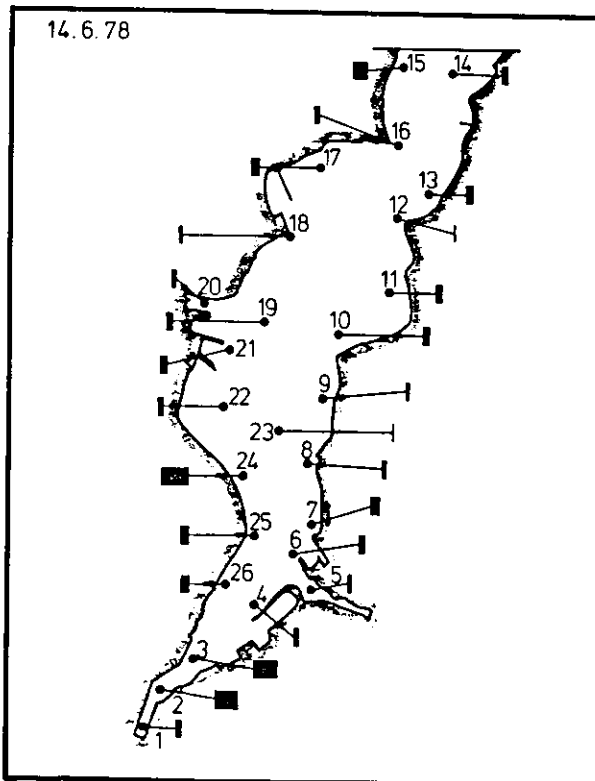
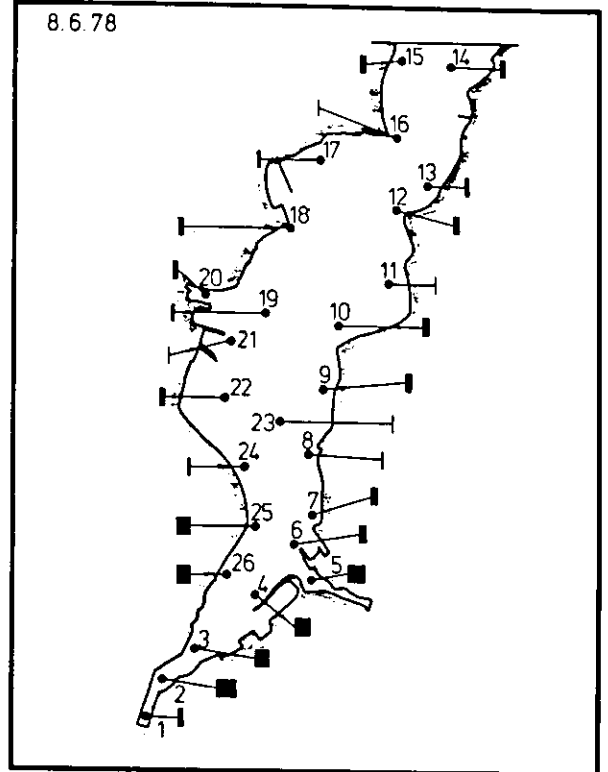
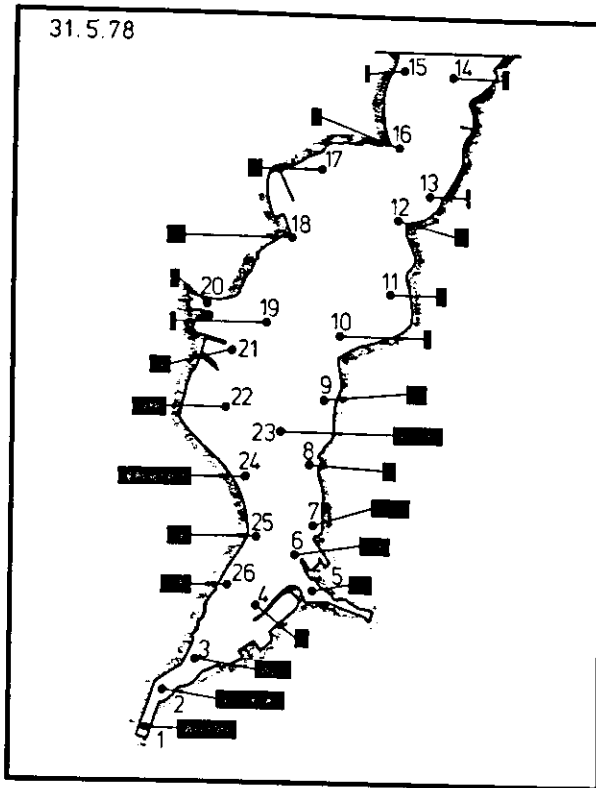
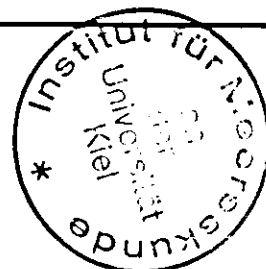


Abb. 26.
(Fortsetzung von der Vorseite)



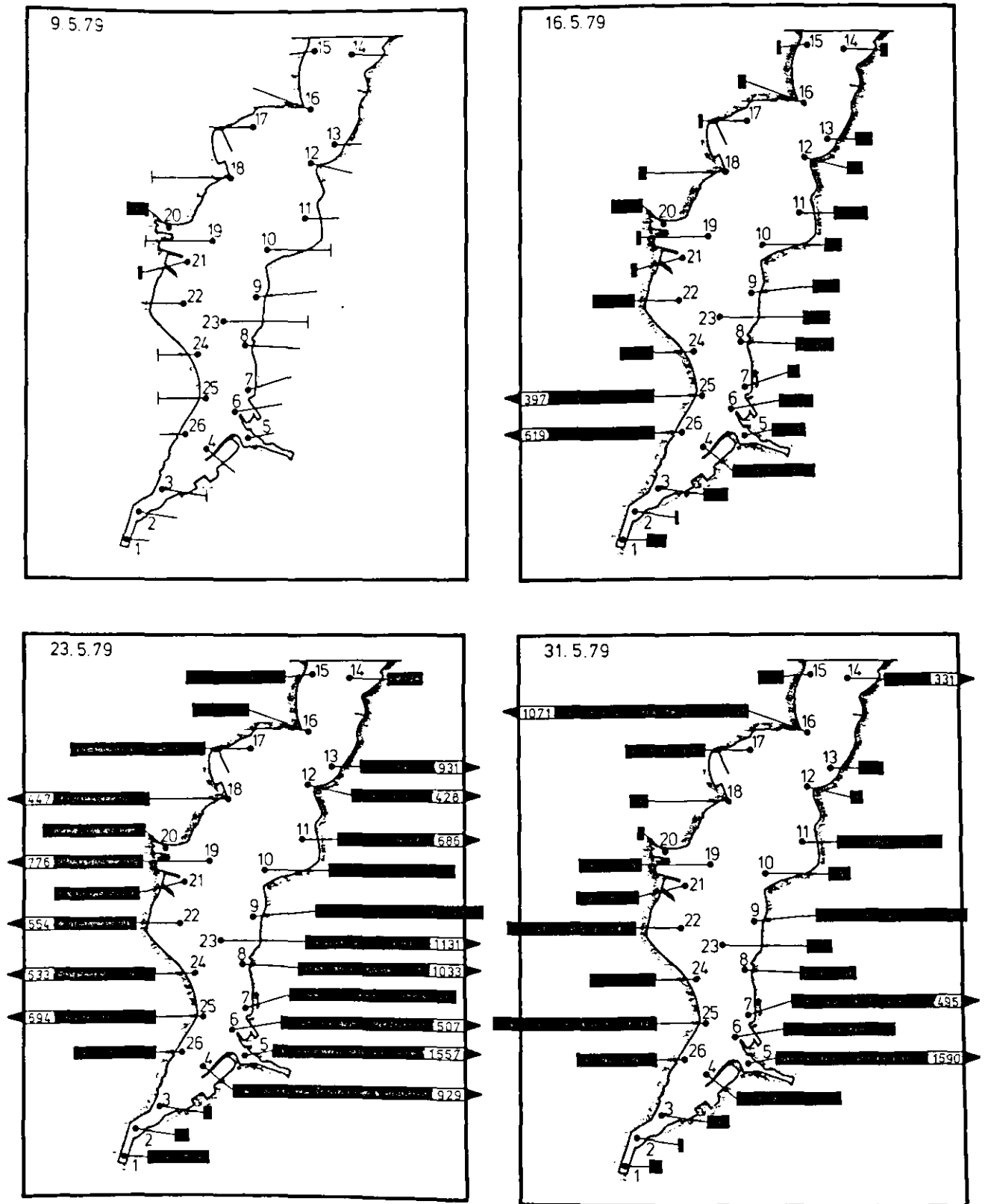


Abb. 27.

Verteilung von Heringslarven (5,0-7,9 mm) im Plankton der Kieler Förde 1979,
 1 cm Balkenlänge entspricht 113 Larven pro 100 m³
 (Fortsetzung auf der folgenden Seite)

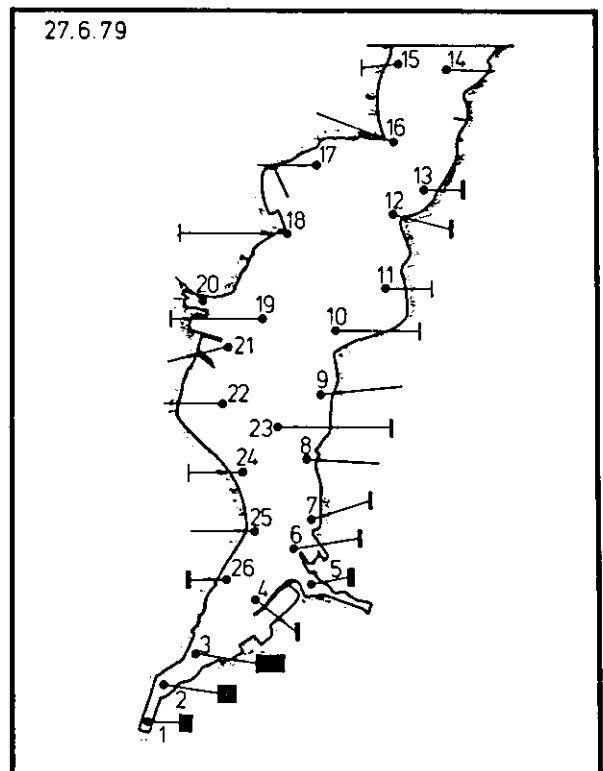
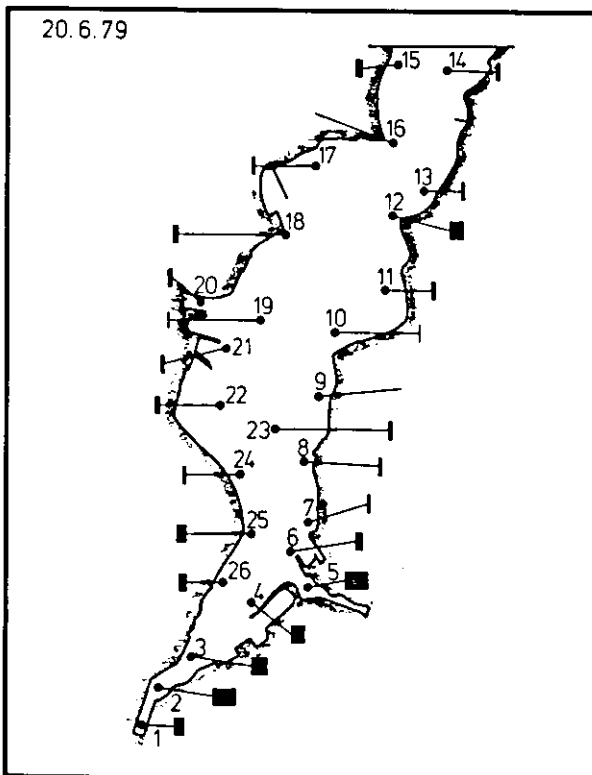
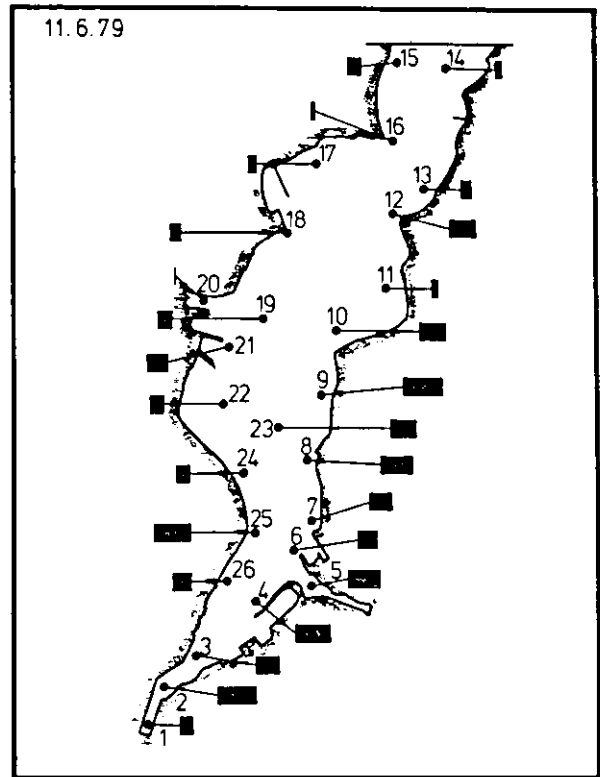
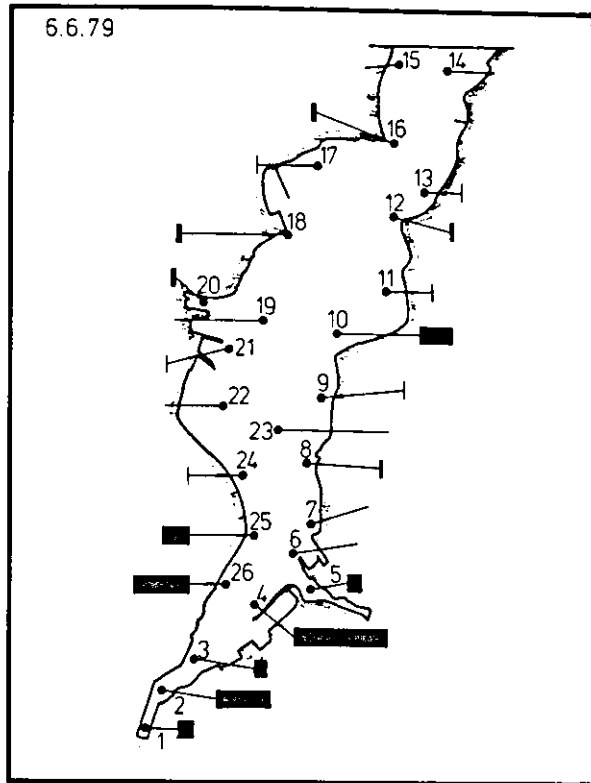


Abb. 27.
(Fortsetzung von der Vorseite)

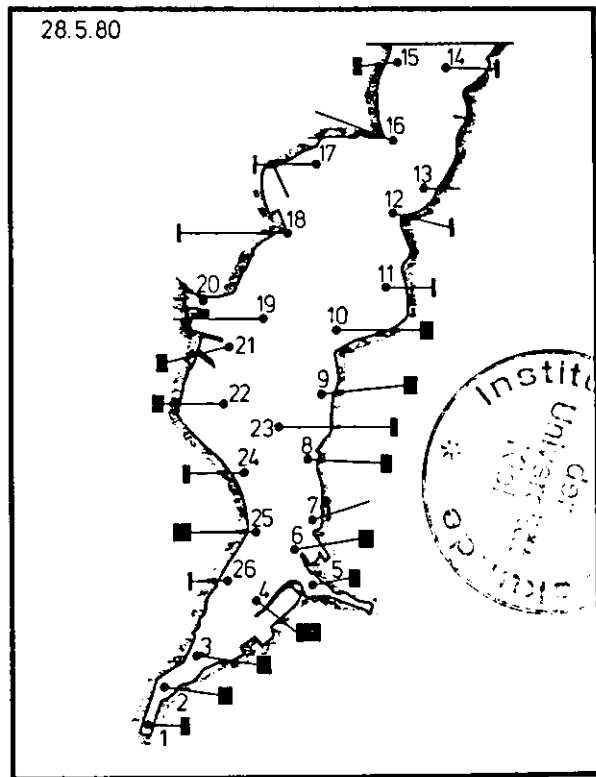
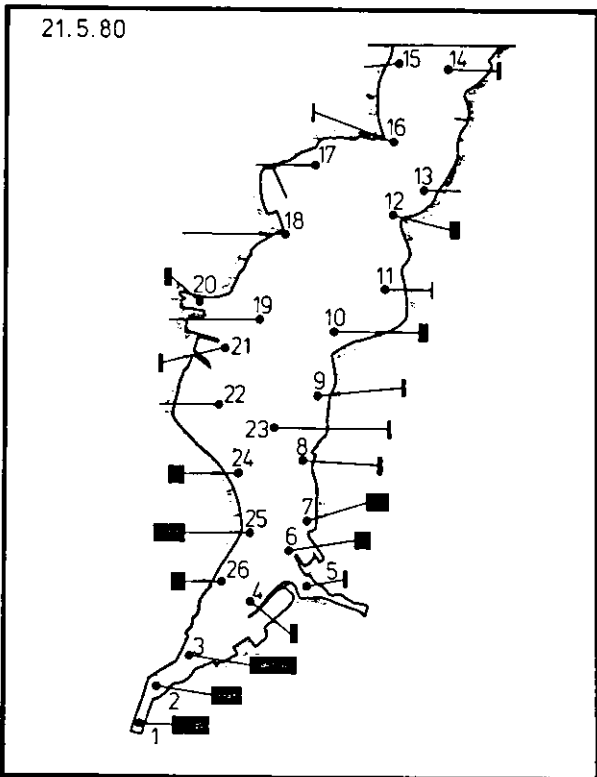
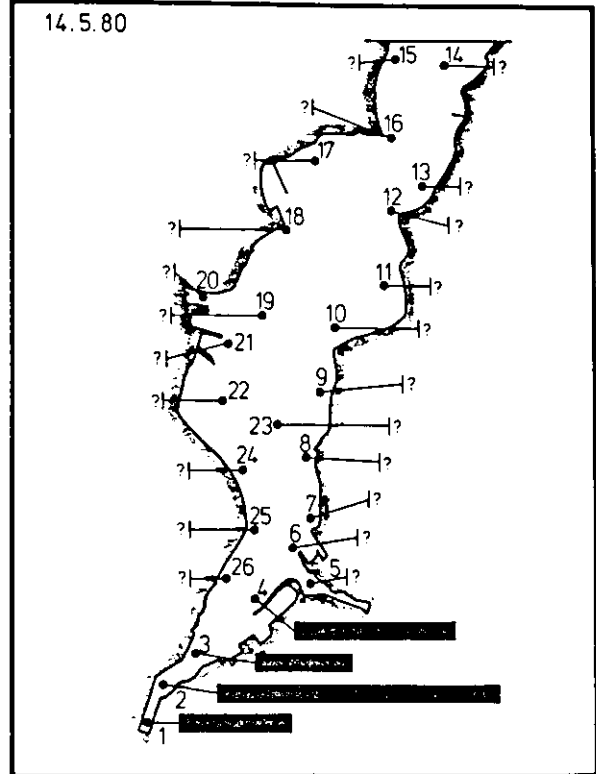
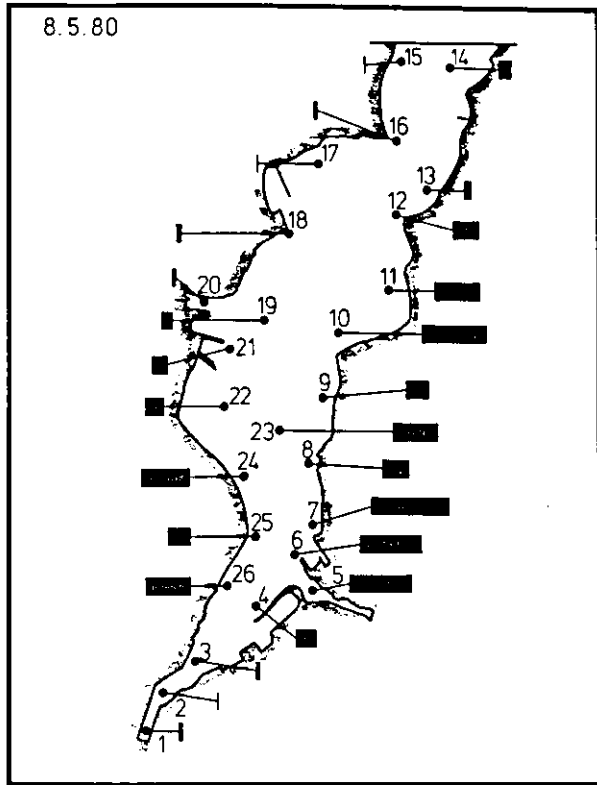


Abb. 28.

Verteilung von Heringslarven (5,0-7,9 mm) im Plankton der Kieler Förde 1980,
1 cm Balkenlänge entspricht 113 Larven pro 100 m³
(Fortsetzung auf der folgenden Seite)

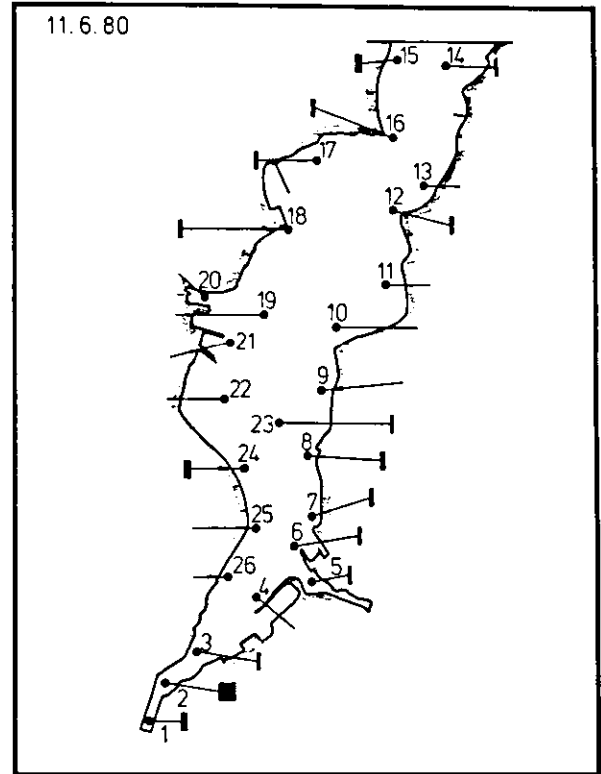
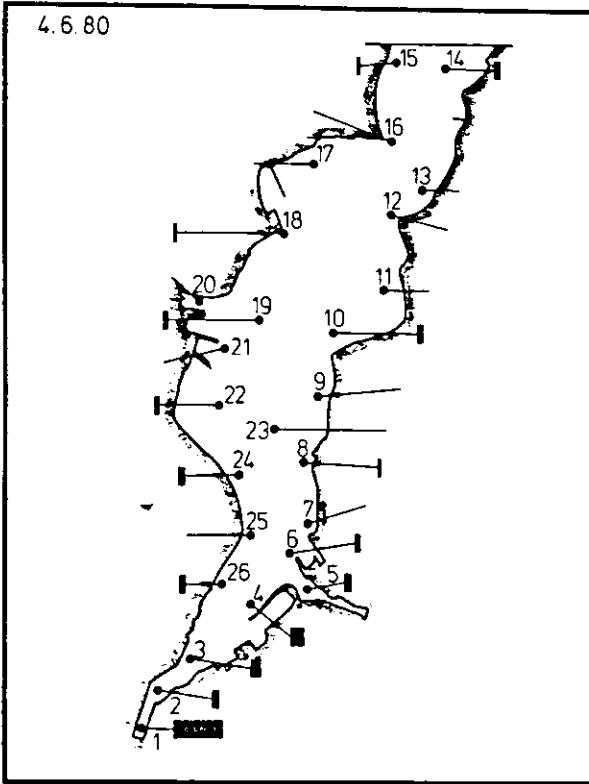


Abb. 28.
(Fortsetzung von der Vorseite)

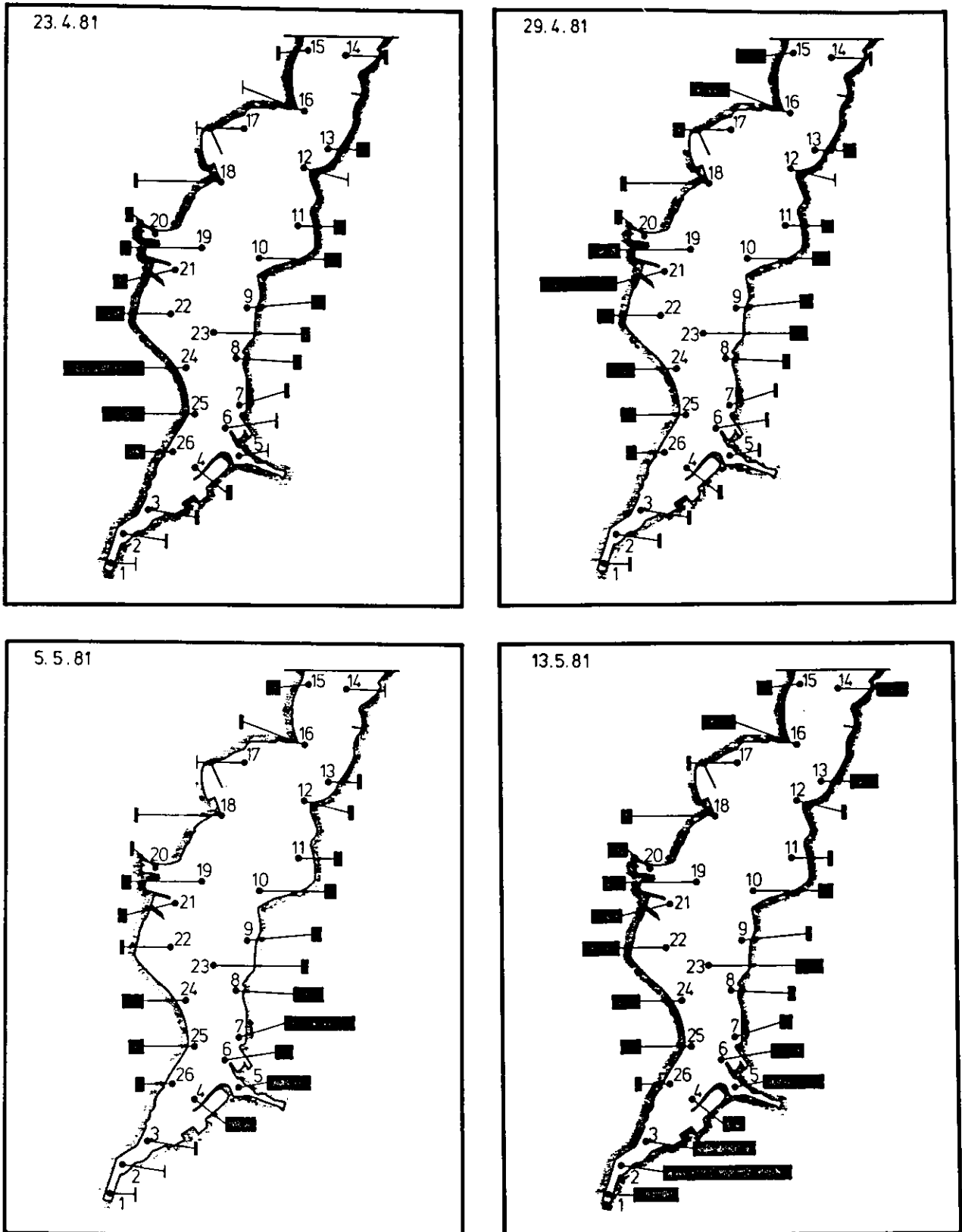


Abb. 29.

Verteilung von Heringslarven (5,0-7,9 mm) im Plankton der Kieler Förde 1981,
1 cm Balkenlänge entspricht 113 Larven pro 100 m³
(Fortsetzung auf der folgenden Seite)

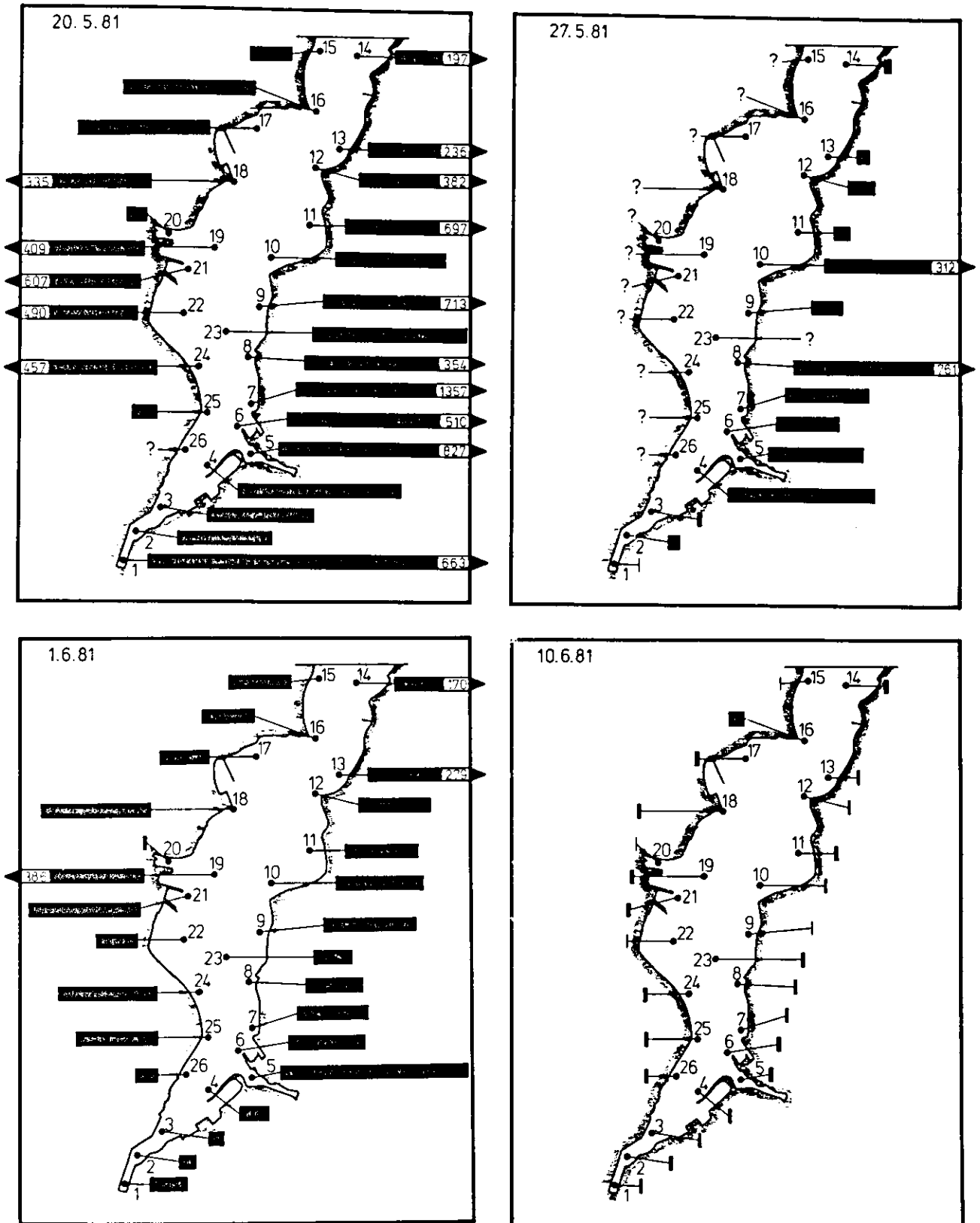


Abb. 29.

(Fortsetzung von der Vorseite)

Tab. 29.

Häufigkeit (Anzahl pro 100 m³) von Heringslarven (5,0-7,9 mm) im Plankton der Kieler Förde 1978

Stat.	18.4.	27.4.	9.5.	17.5.	25.5.	31.5.	8.6.	14.6.	22.6.
1	0	0,8	105,4	29,2	84,4	91,8	4,8	7,7	1,2
2	0	0,2	209,3	12,6	54,3	107,1	32,7	35,7	2,4
3	0	0,2	31,9	28,6	135,3	53,4	17,7	33,8	1,6
4	0	0	7,3	17,5	95,5	18,2	22,5	6,9	1,4
5	0	0	8,7	70,5	114,6	35,1	22,9	5,9	3,7
6	0	0	10,9	71,1	103,6	46,8	10,6	9,1	3,4
7	0	0	4,9	142,7	194,7	58,4	9,8	12,4	0,7
8	0	3,0	1,9	107,1	108,6	18,4	0,5	4,6	1,2
9	0	1,4	4,0	89,1	89,7	30,4	11,2	4,7	1,4
10	0	4,0	2,7	55,1	115,5	10,9	11,4	11,2	1,1
11	0	1,6	3,5	13,1	533,3	15,8	0,7	12,2	0,8
12	0	0,4	4,7	3,7	38,7	18,4	8,1	1,8	2,3
13	0	0,4	1,3	19,2	37,5	2,5	4,3	10,6	0,9
14	0	0,5	0,6	1,2	24,4	11,9	8,2	10,4	0,8
15	0	0	0,3	2,7	28,6	6,6	7,5	21,8	0,5
16	0	0	0,6	6,0	36,5	16,6	0,5	5,0	1,7
17	0	0	2,5	42,8	72,5	20,5	2,1	9,7	0,5
18	0	0	10,6	26,0	52,6	24,5	5,6	2,3	2,3
19	0	1,4	3,8	18,6	4,9	5,0	2,2	7,5	0,9
20	0	294,0	90,2	8,8	?	10,4	5,5	6,1	1,1
21	0	44,6	8,4	9,3	38,7	31,9	1,0	10,4	2,3
22	0	0,9	2,5	35,9	28,3	50,2	8,3	4,4	1,5
23	0	0,6	6,5	11,1	30,4	77,0	1,0	0,3	0
24	0	0	9,6	125,1	64,2	112,3	2,7	37,5	0
25	0	0	33,6	38,1	315,6	32,9	18,4	10,7	0
26	0	0,4	271,2	31,8	376,0	43,2	18,4	10,6	2,4
Mittel	0	13,6	32,2	39,1	111,1	36,5	9,2	11,3	1,4

Tab. 30.

Häufigkeit (Anzahl pro 100 m³) von Heringslarven (5,0-7,9 mm) im Plankton der Kieler Förde 1979

Stat.	2.5.	9.5.	16.5.	23.5.	31.5.	6.6.	11.6.	20.6.	27.6.
1	0	0	39,9	132,0	27,7	25,9	18,4	14,3	22,0
2	0	0	5,7	32,8	10,4	85,9	59,4	36,2	29,5
3	0	0,6	50,4	17,3	46,0	20,8	35,5	24,0	47,1
4	0	0	168,9	921,9	213,4	146,9	55,1	21,6	4,3
5	0	0	68,7	1.557,3	1.589,8	19,8	48,6	36,1	9,9
6	0	0	71,6	507,3	230,5	0	28,3	9,8	4,1
7	0	0	24,5	334,3	494,8	0	36,8	2,4	1,9
8	0	0	79,6	1.032,9	115,8	1,9	50,0	2,3	0
9	0	0	54,7	341,7	310,9	1,7	60,0	0	0
10	0	1,3	36,0	253,8	46,0	51,5	42,4	1,5	1,2
11	0	0	70,9	685,7	215,5	1,2	11,5	4,1	0,6
12	0	0	27,9	427,7	95,9	4,8	39,8	20,7	5,2
13	0	0	35,5	931,2	52,0	2,0	13,5	3,4	2,4
14	0	0	16,6	70,0	331,0	0	9,4	3,2	0
15	0	0	4,0	198,9	52,3	0	20,4	7,6	1,8
16	0	0	15,3	117,3	1.071,0	4,5	1,9	0	0
17	0	0	5,8	282,2	163,0	0,9	10,1	3,7	0
18	0	0	16,0	447,2	38,0	3,6	13,7	3,9	0,9
19	0	0,5	8,2	776,5	124,5	0	29,4	1,0	1,2
20	0	47,2	66,4	214,2	11,2	4,1	0,4	4,2	0
21	0	8,6	11,8	173,0	127,0	1,4	29,1	2,1	0
22	0	0	83,4	554,1	257,6	0	19,6	6,5	0
23	0	1,0	54,5	1.131,0	51,3	0	41,6	5,8	2,9
24	0	1,6	64,7	533,0	131,4	0,4	17,9	2,9	0,9
25	0	0,5	397,5	694,0	358,8	42,9	55,4	12,2	0
26	0	0	619,5	169,1	162,2	82,3	24,2	11,2	5,0
Mittel	0	2,4	80,7	482,2	240,7	19,3	29,7	9,3	5,4

Tab. 31.

Häufigkeit (Anzahl pro 100 m³) von Heringslarven (5,0-7,9 mm) im Plankton der Kieler Förde 1980

Stat.	1.5.	8.5.	14.5.	21.5.	28.5.	4.6.	11.6.
1	0	4,9	176,0	57,1	14,8	75,6	9,7
2	0	1,6	440,3	46,2	21,7	9,5	25,7
3	0	4,4	149,4	68,2	18,0	14,6	6,1
4	0	30,8	249,3	35,1	33,3	17,8	0
5	0	97,0	(178)	6,7	17,6	11,5	3,6
6	0	96,5	(304)	24,3	20,0	7,1	2,6
7	0	118,5	(330)	34,9	0	0	4,9
8	0	41,1	(127)	7,7	15,8	2,5	7,3
9	0	32,9	(127)	4,8	18,7	0	0
10	0	98,8	(279)	14,7	21,1	7,7	0
11	0	72,3	(178)	1,5	6,4	0	0
12	0	40,1	(127)	14,1	2,9	0	5,1
13	0	11,2	(25)	0	0	0	0
14	0	20,1	(76)	6,9	6,2	7,5	2,5
15	0	1,3	(25)	0	8,7	2,2	11,1
16	0	3,5	(13)	2,8	0	0	4,5
17	0	1,3	(8)	0	2,2	0	2,4
18	0	4,2	(13)	0	2,4	2,3	4,5
19	0	14,8	(25)	0	0	3,8	0
20	0	2,0	(25)	8,5	0	0	0
21	0	20,9	(76)	5,6	15,9	0	0
22	0	24,8	(76)	0	13,0	4,9	0
23	0	70,9	(178)	1,8	11,9	0	5,6
24	0	68,5	(203)	22,2	9,3	9,5	11,8
25	0	29,6	(203)	45,5	26,2	0	0
26	0	64,9	(178)	22,0	2,4	9,8	0
Mittel	0	37,6	(146)	16,6	11,1	7,2	4,1

Tab. 32.

Häufigkeit (Anzahl pro 100 m³) von Heringslarven (5,0-7,9 mm) im Plankton der Kieler Förde 1981

Stat.	16.4.	23.4.	29.4.	5.5.	13.5.	20.5.	27.5.	1.6.	10.6.	19.6.
1	0	0	6,6	1,8	89,9	662,9	0	77,6	5,5	0
2	0	5,5	6,5	0,5	255,2	191,4	27,6	36,0	7,4	1,7
3	0	8,0	12,5	4,3	123,1	212,3	11,0	30,1	6,5	1,0
4	0	11,6	19,5	60,6	64,2	327,9	300,0	58,7	3,8	0
5	0	1,8	147,9	86,3	118,9	827,1	192,4	385,2	10,9	0,6
6	0	3,3	21,7	35,5	64,8	510,1	129,3	155,5	8,6	0,9
7	0	6,8	54,1	139,3	23,9	1.357,1	177,6	136,3	4,2	0
8	0	14,6	103,9	60,8	13,7	353,8	761,5	117,1	5,0	0
9	0	28,2	69,3	19,3	10,7	713,3	67,5	182,3	0,7	0
10	0	35,5	48,1	23,7	30,7	234,5	311,8	177,6	3,8	1,3
11	0	24,1	48,7	16,3	9,9	697,2	34,5	147,0	7,9	1,2
12	0	0	26,0	9,0	11,4	381,7	55,3	146,8	3,0	2,2
13	0	26,0	15,0	8,3	55,5	236,0	25,9	278,6	3,4	0,7
14	0	6,9	2,6	1,6	59,7	196,6	14,3	170,1	10,0	0
15	0	3,6	62,9	24,7	31,1	88,0	?	128,9	0,8	0,8
16	0	0,8	77,0	6,9	66,1	260,3	?	101,5	29,6	4,5
17	0	1,4	21,2	1,4	6,8	261,4	?	96,1	3,0	4,8
18	0	2,7	7,3	4,4	20,4	335,3	?	213,8	6,5	4,7
19	0	17,7	60,3	15,0	46,5	409,2	?	385,6	4,9	1,2
20	0	12,9	8,5	6,2	37,0	40,0	?	4,7	0	1,3
21	0	25,0	150,7	15,4	61,2	606,8	?	220,9	4,9	4,0
22	0	57,0	30,9	5,1	70,2	490,1	?	81,0	0	0
23	0	18,6	34,0	14,3	55,5	318,5	?	82,1	5,2	0
24	0	155,6	49,7	41,7	52,1	456,9	?	195,4	3,2	0
25	0	79,2	25,1	27,8	38,5	44,8	?	163,7	6,8	2,6
26	0	33,6	14,2	13,3	9,6	?	?	47,8	4,9	0
Mittel	0	22,3	43,2	24,7	54,9	409,3		147,0	5,8	1,3

Tab. 33.

regionale Verteilung von Larven des Frühjahrsherings (5,0-7,9 mm) in der Kieler Förde während der beiden ersten (1980: 1. und 3.) Wochen nach Schlupfbeginn, alle Angaben in Prozent

Stat.	27.4. 1978	9.5. 1978	9.5. 1979	16.5. 1979	8.5. 1980	21.5. 1980	23.4. 1981	29.4. 1981	Mittel
1	0,2	12,6	0	1,9	0,5	13,3	0	0,6	3,6
2	0,1	25,0	0	0,3	0,2	10,7	0,9	0,6	4,7
3	0,1	3,8	1,0	2,4	0,5	15,8	1,4	1,1	3,3
4	0	0,9	0	8,1	3,2	8,2	2,0	1,7	3,0
5	0	1,0	0	3,3	9,9	1,6	0,3	13,2	3,7
6	0	1,3	0	3,4	9,9	5,6	0,6	1,9	2,8
7	0	0,6	0	1,2	12,1	8,1	1,2	4,8	3,5
8	0,8	0,2	0	3,8	4,2	1,8	2,5	9,2	2,8
9	0,4	0,5	0	2,6	3,4	1,1	4,9	6,2	2,4
10	1,1	0,3	2,1	1,7	10,1	3,4	6,1	4,3	3,6
11	0,5	0,4	0	3,4	7,4	0,3	4,1	4,3	2,5
12	0,1	0,6	0	1,3	4,1	3,3	0	2,3	1,5
13	0,1	0,2	0	1,7	1,1	0	4,5	1,3	1,1
14	0,1	0,1	0	0,8	2,1	1,6	1,2	0,2	0,8
15	0	0	0	0,2	0,1	0	0,6	5,6	0,8
16	0	0,1	0	0,7	0,4	0,7	0,1	6,8	1,1
17	0	0,3	0	0,3	0,1	0	0,2	1,9	0,3
18	0	1,3	0	0,8	0,4	0	0,5	0,6	0,4
19	0,4	0,5	0,8	0,4	1,5	0	3,0	5,4	1,5
20	83,0	10,8	77,8	3,2	0,2	2,0	2,2	0,8	22,4
21	12,6	1,0	14,0	0,6	2,1	1,3	4,3	13,4	6,2
22	0,3	0,3	0	4,0	2,5	0	9,8	2,7	2,4
23	0,2	0,8	1,6	2,6	7,3	0,4	3,2	3,0	2,4
24	0	1,1	2,6	3,1	7,0	5,2	26,8	4,4	6,3
25	0	4,0	0,8	18,9	3,0	10,6	13,6	2,2	6,6
26	0,1	32,4	0	29,5	6,6	5,1	5,6	1,3	10,1

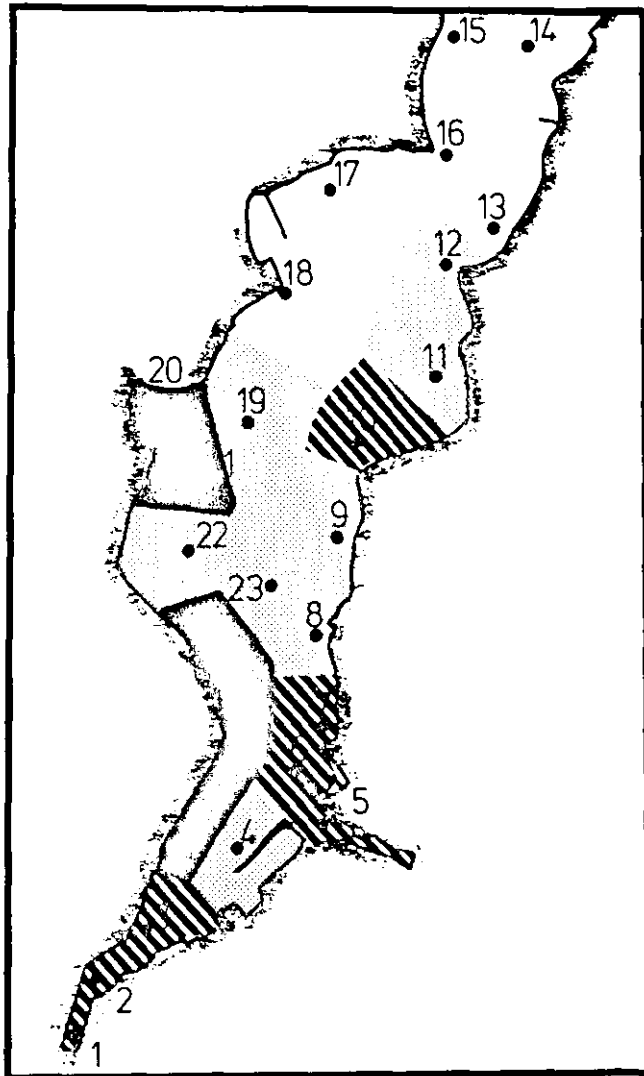


Abb. 30.

regionale Verteilung von Larven des Frühjahrsherings (5,0-7,9 mm) in der Kieler Förde, Mittel der beiden ersten (1980: 1. und 3.) Wochen nach Schlupfbeginn in den Jahren 1978-1981

Werte auf den Einzelstationen angegeben in Prozent der Larvenmenge auf allen 26 Stationen

schwarz:	mehr als 6 %
schraffiert:	3,1-6,0 %
punktiert:	1,5-3,0 %
weiß:	unter 1,5 %

Unter Einbeziehung aller Heringslarven bis 20 mm Totallänge wird in Abb. 31 der Wachstumsverlauf während der Jahre 1978 und 1979 dargestellt. Die Basisdaten sind in Tab. 34 aufgelistet. Die mittlere Länge der (formalinfixierten) Larven betrug kurz nach Schlupfbeginn demnach 6,2 mm (27.4.1978) bzw. 5,9 mm (9.5.1978). Bis zum 23./25. Mai nahm während beider Jahre die mittlere Länge nur um maximal 5 % zu. In den 5 Folgewochen belief sich die wöchentliche Längenzunahme auf 6-36 %, im Wochenmittel lag sie 1978 bei 17 % und 1979 bei 23 %.

Tab. 34.

mittlere Totallänge formalinfixierter Heringslarven (5-20 mm) aus der Kieler Förde 1978 und 1979 im Mittel aller 26 Stationen

Datum 1978	mittlere Länge in mm	Längenzuwachs gegenüber der Vorwoche	Datum 1979	mittlere Länge in mm	Längenzuwachs gegenüber der Vorwoche
27.4.	6,2				
9.5.	6,7		9.5.	5,9	
17.5.	6,4		16.5.	6,2	
25.5.	6,3		23.5.	6,2	
31.5.	7,9	25 %	31.5.	7,0	13 %
8.6.	9,9	25 %	6.6.	7,5	7 %
14.6.	11,1	12 %	11.6.	9,0	33 %
22.6.	12,9	16 %	20.6.	12,2	36 %
28.6.	13,7	6 %	27.6.	15,4	26 %

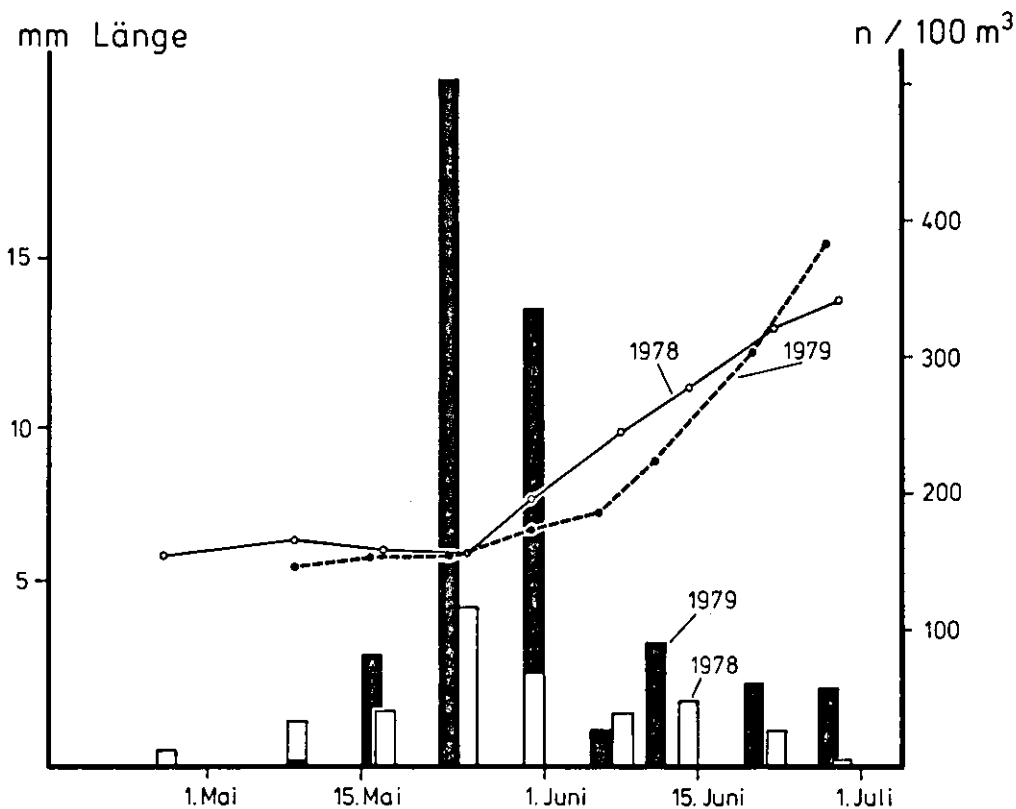


Abb. 31.

Häufigkeit und Wachstumsverlauf von Heringslarven (5-20 mm) aus der Kieler Förde 1978 und 1979 im Mittel aller 26 Stationen, Basisdaten in Tab. 34

4. BIOLOGIE DER OHRENQUALLE

Die Biologie der Scyphomedusen und speziell der Ohrenqualle *Aurelia aurita* wurde von THIEL (1938a, b, 1959b, 1962, 1977) in "Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs" umfassend dargestellt. Gestraffte Informationen bietet die Arbeit von RUSSELL (1970). KRAMP (1961) faßte die bis dahin erschienene Fachliteratur zusammen.

4.1. GEOGRAPHISCHE VERBREITUNG

Die Ohrenqualle tritt in fast allen Küstengewässern zwischen 70 °N und 70 °S auf, wie KRAMP (1961) belegt. Ihr derzeit bekanntes Verbreitungsgebiet ist in Abb. 32 dargestellt. Zur weltweiten Verbreitung hat neben der Verdriftung der Medusen wohl vor allem die Verschleppung von Polypenstadien als Schiffs- oder Treibholzbewuchs beigetragen. Die Langlebigkeit der Polypenkolonien (THIEL 1962) und ihre beachtliche Toleranz gegenüber weiten Temperatur- und Salzgehaltsspannen (MAYER 1914, YASUDA 1969b, PALMEN 1954, MANGUM & al. 1972) bietet sehr günstige Voraussetzungen für den schnellen Austausch weit voneinander entfernt entstandener Formen.

Unsicher ist, ob die Auftrennung der Gattung *Aurelia* in mehrere selbständige Arten gerechtfertigt ist. KRAMP listete 1961 noch 7 Arten auf, faßte aber später (KRAMP 1965, 1968) 6 von ihnen zur Art *A. aurita* zusammen. Lediglich die arktische Form *A. limbata* wurde als selbständige Art abgetrennt. Andere Autoren vermuten die Berechtigung nur einer einzigen Art (KRUMBACH 1930, STIASNY 1922).

4.2. ENTWICKLUNGSZYKLUS

Der typische Entwicklungszyklus einer Ohrenqualle wird in Abb. 33 dargestellt. Die Gonaden der getrenntgeschlechtlichen Tiere sind als 4 hufeisenförmige, zur Mitte hin offene Bögen zu erkennen (Abb. 1b). Die Eier werden durch die zusammen mit der Nahrung aufgenommenen Spermien im Ovar oder im Genitalsinus befruchtet (WIDERSTEN 1965). Reife Eier fallen in den Gastralraum und werden über die Mundöffnung entleert. Von hier aus gelangen sie in die auf den Mundarmen gelegenen "Brutbeutel".

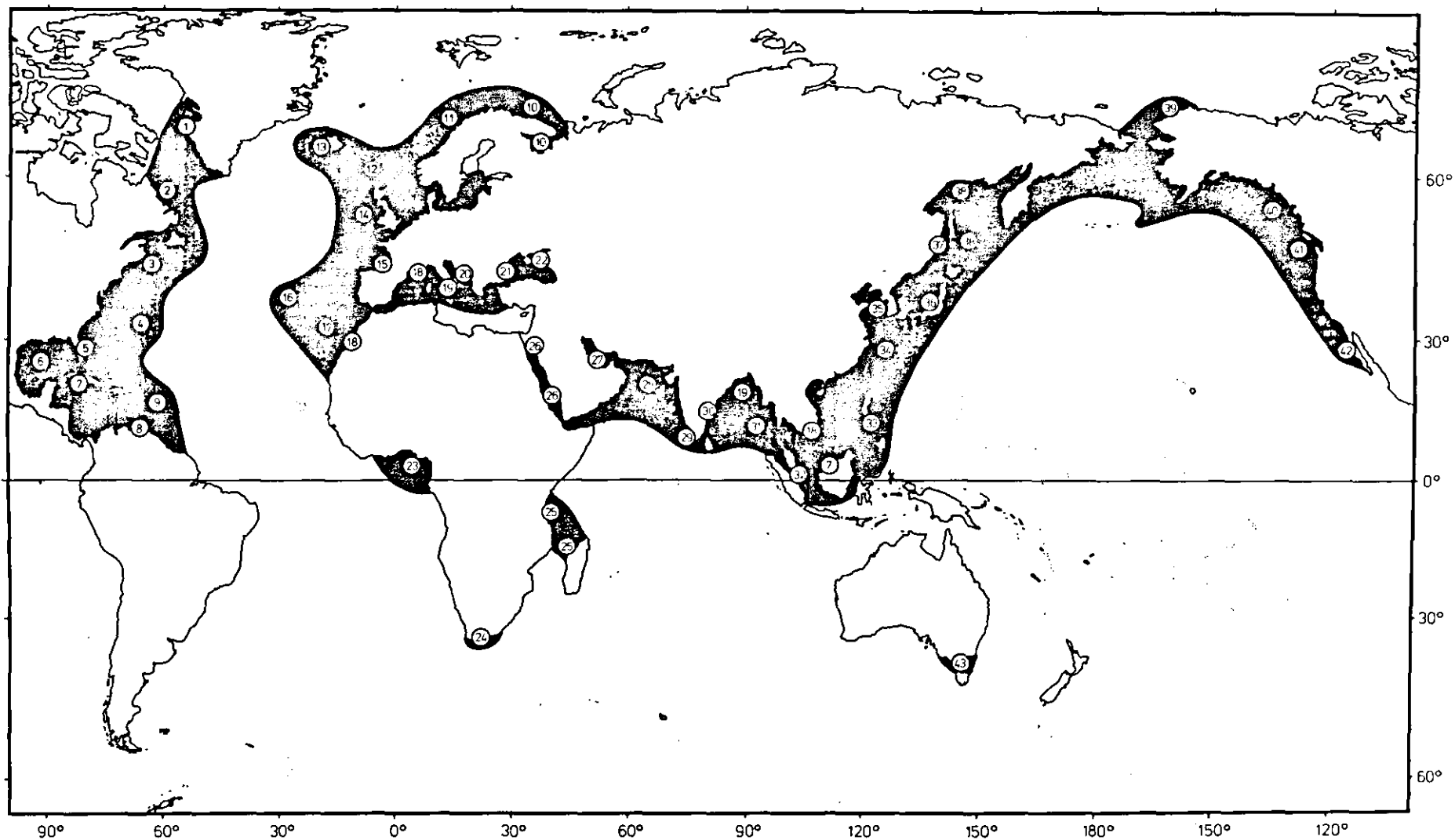


Abb. 32.

geographische Verbreitung der Gattung *Aurelia* nach einer Literaturzusammenstellung von KRAMP (1961),
Zahlen entsprechen den auf der folgenden Seite aufgelisteten Zitaten

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1 KRAMP (1913) | 23 KRAMP (1955) |
| 2 BIGELOW (1920) | 24 KRUMBACH (1930) |
| 3 RANSON (1945b) | 25 THIEL (1959b) |
| 4 BIGELOW (1938) | 26 MAADEN (1959) |
| 5 MAYER (1914) | 27 MAYER (1910) |
| 6 HEDGPETH (1954) | 28 STIASNY (1937) |
| 7 RANSON (1945a) | 29 NAIR (1951) |
| 8 STIASNY (1919) | 30 GRAVELY (1941) |
| 9 RANSON (1949) | 31 RAO (1931) |
| 10 YASHNOV (1948) | 32 SEARLE (1957) |
| 11 NAUMOV (1961) | 33 MAYER (1917) |
| 12 FRASER (1950) | 34 UCHIDA 1955) |
| 13 KRAMP (1939) | 35 TU (1931) |
| 14 GOTTO (1951) | 36 YASUDA (1979) |
| 15 LEDANOIS (1913) | 37 KISHINOUE (1910) |
| 16 STIASNY (1940) | 38 STIASNY & MAADEN (1943) |
| 17 MAYER (1910) | 39 MACGINITIE (1955) |
| 18 RANSON (1945b) | 40 FRASER (1938) |
| 19 NEPPI (1915) | 41 STIASNY (1922) |
| 20 KOLOSVARY (1945) | 42 CHILD (1951) |
| 21 NETCHAEFF & NEU (1940) | 43 STIASNY (1924) |
| 22 NAUMOV (1951) | |

zu Abb. 32 auf der Vorseite.

Literaturzitate

Als Planulalarve von durchschnittlich 0,26 mm Länge (HOLLOWDAY 1951) gelangt der Nachwuchs ins freie Wasser. LOHMANN (1908) beobachtete in der Kieler Förde Massenvorkommen dieser Larven von Juli bis Oktober, er fand bis zu 3.800 Individuen pro m³. Die Planulae setzen sich mit ihrem aboralen Pol auf totem oder lebendem Hartsubstrat oder auf Pflanzen fest (THIEL 1959b) und wachsen zu Scyphistoma-Polypen aus. Bevorzugt werden hierbei die Unterseiten schwimmender oder fester Substrate im Flachwasser. Dabei kann es zur Bildung sehr individuenreicher Kolonien kommen. So wurden auf der Unterseite eines im Schleusenbereich des Nord-Ostsee-Kanals schwimmenden Brettes von 3.600 cm² Fläche 55.000 Aurelia-Polypen gezählt (Hochrechnung über den Mittelwert von 6 Einzelzählungen auf jeweils 4 cm²: 72, 47, 88, 71, 40, 51).

Die meist 2-6 mm hohen Polypen vermehren sich durch Knospung. Bei ungünstigen hydrographischen Bedingungen können auch Cysten gebildet werden. Eine neue Medusengeneration entsteht durch Abschnürung kleiner Ephyren von den Polypen. Diese "Strobilation" wird vermutlich durch die Wassertemperatur gesteuert und findet vorwiegend bei 4-8 °C statt (VERWEY 1942, THIEL 1962). Ephyren wachsen im Laufe des Sommers zu

adulten Medusen heran. Eine direkte Entwicklung der Ephyre aus einem Polypen beschreibt YASUDA (1979).

THIEL (1962) untersuchte den Jahreszyklus einer Polypengeneration in der Kieler Förde. Danach beginnt bereits im Juli das Festsetzen der Planulalarven, die rasch zu Polypen heranwachsen und sich das ganze Jahr über durch Knospung vermehren. Als Hauptzeiten der Strobilation werden Ende Dezember bis Ende März und Ende April bis Ende Mai angegeben. Wertet man als Strobilationszeit die Zeit des Auftretens von Ephyren im Plankton, so werden THIELs Beobachtungen von zwei Strobilationsmaxima im Jahr durch die Ergebnisse in Tab. 35 bestätigt. Ephyren treten in der Kieler Förde mit einem ersten Maximum von Dezember bis Januar und mit einem weiteren, allerdings 3,5mal höheren, von April bis Mai auf. Geringe Ephyrenmengen sind das ganze Jahr über im Plankton anzutreffen. Das Fehlen von Übergangsstadien zwischen Ephyren und Jungmedusen läßt jedoch vermuten, daß die im Spätsommer und Herbst produzierten Ephyren sich nicht weiterentwickeln.

In der Kieler Bucht werden die Ohrenquallen ab Ende Juni geschlechtsreif. Ab Mitte September ist ein ständiger Rückgang ihrer Biomasse zu beobachten und nur selten werden noch im Januar in den tiefen Mulden der Bucht weitgehend degenerierte Ohrenquallen gefangen.

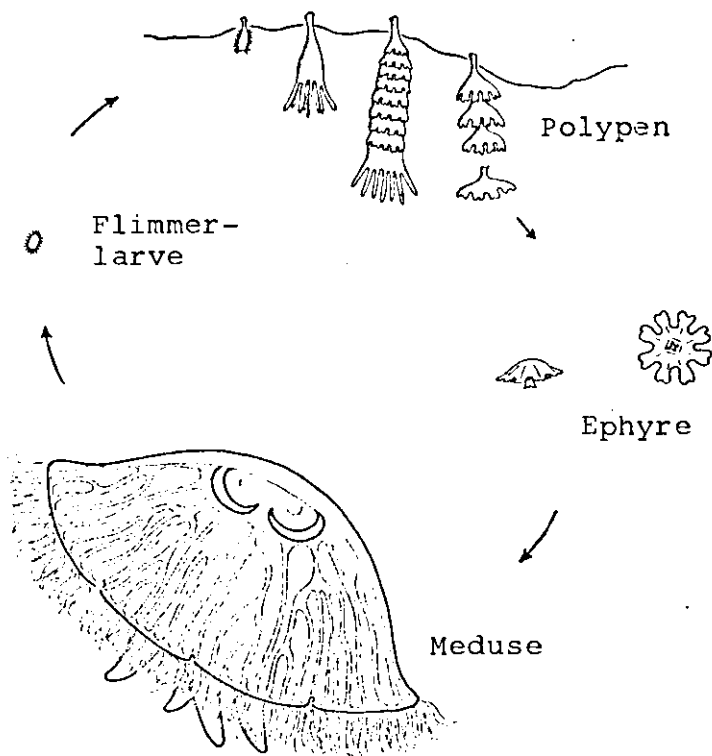


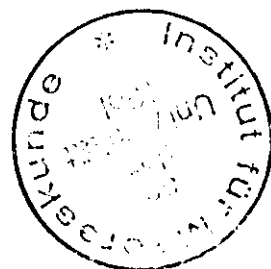
Abb. 33.

Entwicklungszyklus von
Aurelia aurita

Tab. 35.

Häufigkeit der Ephyren und Medusen von *Aurelia aurita* im Plankton der Kieler Förde 1978-1979

Fang- datum 1978/ 1979	Häufigkeit in 100 m ³				mittlerer Durchmesser	
	Ephyren < 1 cm	Medusen > 1 cm	Ephyren + Medusen		Medusen	Medusen + Ephyren
	n	n	n	ml	mm	mm
27. 4.	9,2	4,4	13,6	1,2	14,9	7,4
9. 5.	7,0	2,6	9,6	1,2	19,1	7,8
17. 5.	14,6	6,6	21,2	9,8	27,3	11,1
25. 5.	8,5	9,7	18,2	39	40,2	17,4
31. 5.	8,6	45,2	53,8	1.273	47,7	19,6
8. 6.	7,2	12,0	19,2	525	79,9	52,5
14. 6.	5,9	7,1	13,0	444	97,1	54,2
22. 6.	1,4	12,5	13,9	977	94,9	84,9
28. 6.	1,2	4,5	5,7	671	134,6	106,6
5. 7.	0,1	26,5	26,6	4.236	124,2	123,8
12. 7.	0,8	19,4	20,2	2.108	116,6	112,2
19. 7.	0,4	1,1	1,5	281	152,0	114,2
26. 7.	0,2	10,1	10,3	3.468	201,2	197,7
2. 8.	0,1	13,2	13,3	3.836	178,9	176,0
9. 8.	0,4	4,3	4,7	953	177,8	162,7
16. 8.	0,1	4,3	4,4	1.184	224,9	222,8
23. 8.	0,2	9,6	9,8	2.528	193,1	189,8
19. 9.	0	9,4	9,4	1.552	149,2	149,2
2.10.	0	2,8	2,8	213	122,0	122,0
12.10.	0	0	0	7,5		
18.10.	0	0	0	0		
25.10.	0,1	0	0,1	0		
7.11.	0	0	0	0		
23.11.	0,4	0	0,4	0		
6.12.	1,7	0	1,7	0		1,8
20.12.	2,8	0	2,8	0		1,9
4. 1.	2,4	0	2,4	0		2,0
18. 1.	1,2	0	1,2	0		2,0
31. 1.	1,0	0	1,0	0		1,9
14. 3.	0,4	0	0,4	0		2,2
28. 3.	2,5	0	2,5	0		2,1
11. 4.	7,7	0	7,7	0,1		2,3
17. 4.	5,4	0	5,4	0		2,5
25. 4.	4,3	0	4,3	0,1		2,9
2. 5.	5,9	0	5,9	0,1		4,0
9. 5.	7,3	0	7,3	0,1		5,1
16. 5.	2,3	0	2,3	0,2		5,1
23. 5.	8,7	3,4	12,1	0,9	13,9	8,3
31. 5.	3,2	2,9	6,1	2,6	20,6	11,1
6. 6.	5,6	12,7	18,3	87	43,6	29,7
11. 6.	3,8	9,0	12,8	182	62,7	44,8
20. 6.	2,4	0,6	3,0	23	83,4	18,8
27. 6.	1,1	4,5	5,6	609	126,3	100,9
4. 7.	1,7	0,7	2,4	122	144,3	51,4
12. 7.	0,5	1,7	2,2	582	210,3	161,9
19. 7.	1,9	6,3	8,2	2.678	221,3	206,7
25. 7.	1,1	12,1	13,2	5.082	224,9	202,7
1. 8.	0,3	12,4	12,7	6.133	240,7	235,3
8. 8.	0,3	5,2	5,5	2.260	215,4	202,3
21. 8.	0,4	2,5	2,9	1.033	214,5	185,4
29. 8.	0,4	3,4	3,8	1.237	184,9	165,2
6. 9.	0,1	6,9	7,0	2.867	211,2	206,9
12. 9.	0	13,2	13,2	3.933	103,9	103,9
19. 9.	0	14,1	14,1	4.250	183,0	182,6
26. 9.	0	16,8	16,8	4.663	190,5	190,5
3.10.	0	33,1	33,1	7.046	178,8	178,7
11.10.	0	14,6	14,6	4.236	177,0	176,6
17.10.	0,1	5,1	5,2	1.478	175,8	174,1
24.10.	0,1	2,1	2,2	499	174,2	166,3
31.10.	0,1	0,3	0,4	43	151,7	121,7
8.11.	0	0,8	0,8	195	174,7	174,5
16.11.	0,2	0	0,2	0		



4.3. KURZFRISTIGE FLUKTUATIONEN IM AUFTRETEN

Die kleinräumige Verteilung von Ephyren wie von Medusen ist zeitweise ausgesprochen unregelmäßig. Eine innerhalb von 10 min wiederholte Probennahme auf einem Schleppstrich in der Eckernförder Bucht erbrachte Werte von 0,62 und 0,06 Ephyren pro m^3 , obwohl jeweils 1.580 m^3 Wasser durchfischt wurden. Unter ähnlichen Bedingungen schwankte dort im September die Häufigkeit ausgewachsener Medusen im Verhältnis 33:1.

Im Südosten des Japanischen Meeres wurden Aurelia-Schwärme mit einer Dichte von bis zu 596 Individuen (5-6 cm) oder 12,8 kg pro m^3 beobachtet (YASUDA 1970). Ähnliche Massenansammlungen von Medusen, allerdings ohne quantitative Daten, wurden von zahlreichen anderen Autoren beschrieben (Literatur bei KRAMP 1961).

Früher sah man in dem Massenaufreten von Scyphomedusen im Sommer die Bildung von Laichschwärmen (AGASSIZ 1862), doch wird nach heutiger Kenntnis die Verteilung der Medusen vorwiegend durch Strömungen, Witterungsverhältnisse und tagesperiodische Vertikalwanderungen geprägt.

4.3.1. EINFLUSS WINDINDUZIERTEN AUFTRIEBS

Unter den einheimischen Fischern ist allgemein bekannt, daß das Auftreten von Quallen an der Küste der westlichen Ostsee durch die Windrichtung bzw. die dadurch hervorgerufenen Auftriebsbedingungen beeinflusst wird. THIEL (1959a) beobachtete an der Lübecker Bucht und PEREZ (1920) in der Straße von Dover Massenaufreten von Medusen, nachdem längere Zeit ablandige Winde vorgeherrscht hatten. MAADEN (1942) dagegen konnte keinen Zusammenhang zwischen Windrichtung und Zahl der entlang der holländischen Küste an den Strand geworfenen Quallen feststellen.

Die Kieler Bucht eignet sich als Untersuchungsgebiet für diese Fragestellung besonders gut, da der Tidenhub hier ohne Bedeutung ist, meteorologische Daten von mehreren Stationen ständig aufge-

zeichnet werden und da die Küstenlinie relativ kurz und somit schnell und vollständig zu überblicken ist.

In Abb. 34 wird der Küstenbereich der Kieler Bucht in 4 Abschnitte eingeteilt. Entsprechend den örtlichen Gegebenheiten tritt Auftrieb im westlichen Teil (Stat. 3-27 oder Gebiet I) bei W-Wind, im südlichen Teil (Gebiet II) bei SSW-Wind und vor Nordfehmarn (Gebiet III) bei SW-Wind auf. Die in Tab. 36 aufgeführten Winddaten wurden den "Berliner Wetterkarten" entnommen und von M. SCHWEIMER zusammengestellt. Sofern die Planktonproben zwischen 6⁰⁰ und 14⁰⁰ gewonnen wurden, wurden Winddaten vom Vortag (13⁰⁰) berechnet, für Probennahmen zwischen 14⁰⁰ und 21⁰⁰ gelten Winddaten vom Fangtag.

Da sich die Windabhängigkeit im Auftreten für *Pleurobrachia pileus* ähnlich wie für *Aurelia aurita* verhält, werden beide Arten in Tab. 36 gemeinsam aufgeführt. Es wurden nur solche Wertepaare berücksichtigt, bei denen Quallenmenge und Windgeschwindigkeit Minimalwerte überschritten. Diese wurden festgelegt als: 1,5 *Pleurobrachia* bzw. 1,5 ml *Aurelia* pro 100 m³ und 2,5 kn/h.

Die Quallenhäufigkeit in den Gebieten I-IV ist in Tab. 36 ausgedrückt als prozentuale Abweichung vom Mittelwert der gesamten Serienfahrt im Probenmonat (y'). Die langfristig zu beobachtenden Unterschiede im Auftreten der Quallen in den 4 Gebieten wurden durch einen Faktor k korrigiert. Er betrug für Gebiet I = 1,00, für Gebiet II = 1,94 und für Gebiet III = 2,26.

In Abb. 34 ist die relative Quallenhäufigkeit in Abhängigkeit von der Windrichtung dargestellt. Die schwarzen Kreisausschnitte stehen für Windrichtungen, bei denen ein überdurchschnittlich starkes Quallenvorkommen zu beobachten war. Für die Gebiete I-III sind dies jeweils ablandige Winde, die Auftrieb in Küstennähe zur Folge haben dürften. Relativ wenig Quallen wurden gefangen, wenn der Wind aus den mit Punkten gekennzeichneten Richtungen wehte - stets Richtungen, die rechtwinklig oder schräg auf die Küste zulaufen. Von den weißen Ausschnitten der Windrosen liegen entweder keine Daten vor oder aber, wie im Gebiet III am 26.7.1976, 4.1. und 23.3.1977, sie entsprachen Windrichtungen, bei denen eine mittlere Quallenhäufigkeit festgestellt wurde. Die Daten aus dem Bereich des Fehmarn-Sundes (IV) können zur Zeit nicht interpretiert werden.

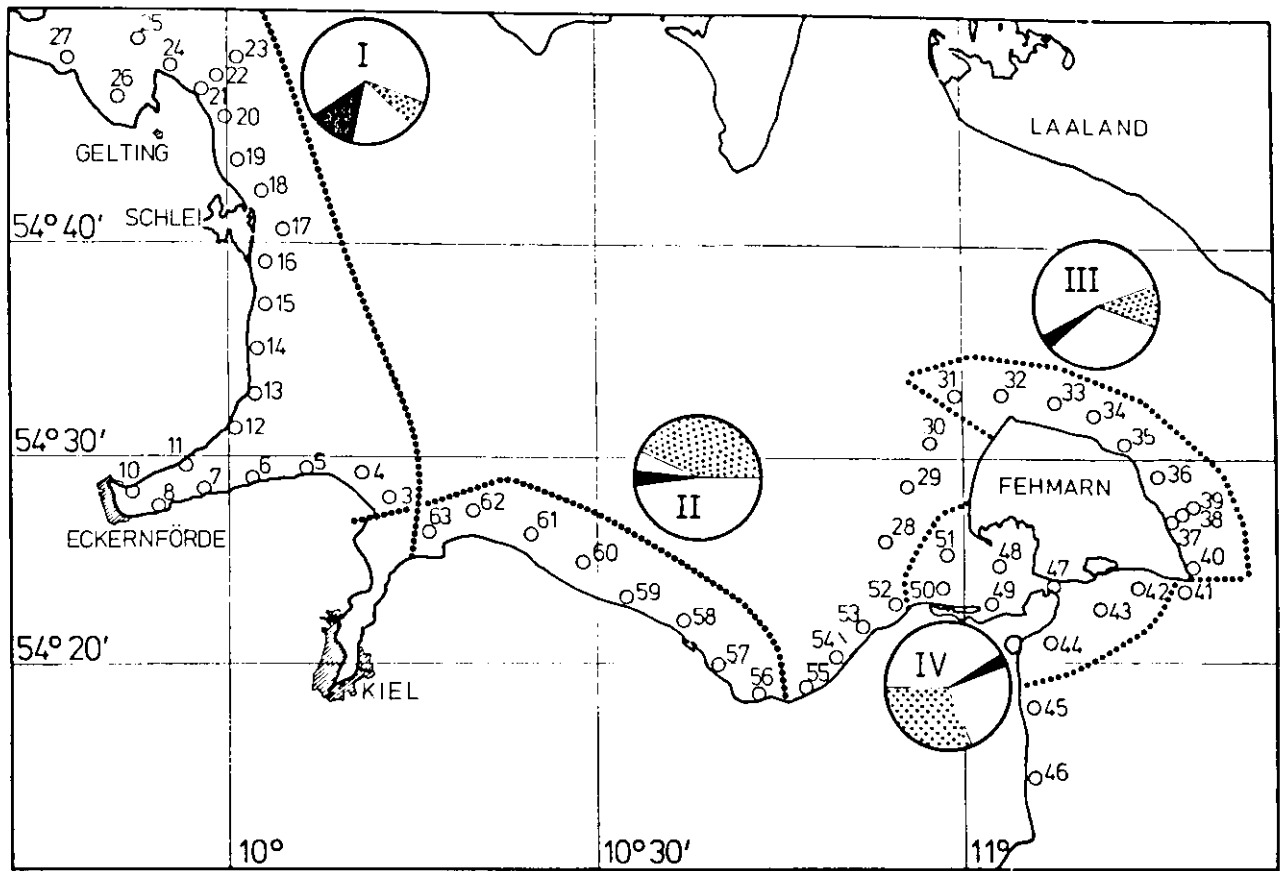


Abb. 34.

Einfluß lokaler Windverhältnisse auf das Vorkommen von *Aurelia aurita* und *Pleurobrachia pileus*

Kreisausschnitte entsprechen Windrichtungen und sind unterschiedlichen Quallenhäufigkeiten im Gebiet zugeordnet:

- schwarz: Quallen relativ häufig
- punktiert: Quallen relativ selten
- weiß: keine Daten (I, II) oder durchschnittliche Quallenmengen (III, IV)

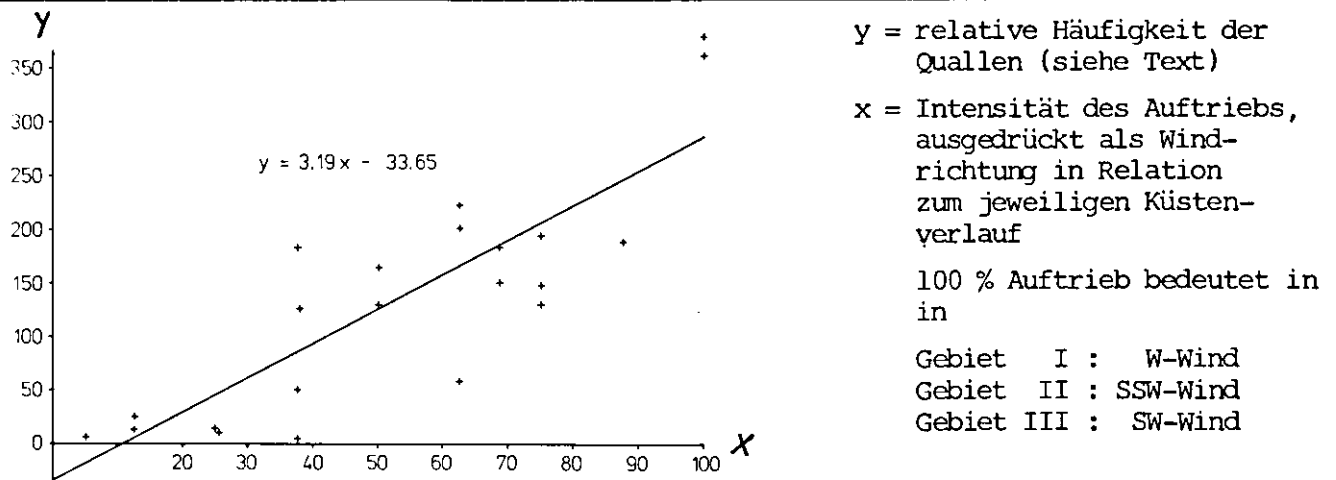


Abb. 35.

Einfluß lokaler Windverhältnisse auf das Vorkommen von *Aurelia aurita* und *Pleurobrachia pileus*

Tab. 36.

Basiswerte für Abb. 34 und 35, Erläuterung dort und im Text

Datum	Pleurobrachia pileus	Aurelia aurita	mittlere Häufigkeit in der Kieler Bucht in ml pro 100 m ³	mittlere Häufigkeit in den Gebieten I-IV in ml pro 100 m ³	prozentuale Abweichung des Einzelgebiets vom Mittel der Kieler Bucht (y')	$y = (y' + 100)k$	Windrichtung	relative Intensität des Auftriebs
I								
18.3.1976	+		2,3	0,1	- 96	4	SO	25
19.7.1976		+	2,8	4,3	+ 54	154	SO	25
15.9.1976		+	1,8	3,3	+ 84	184	SSW	62
11.11.1976	+		13,6	1,9	- 86	14	SO	25
30.11.1976	+		46,5	68,5	+ 47	147	SW	75
3.1.1977	+		161,0	358,7	+123	223	SSW	62
14.2.1977	+		132,7	132,2	0	100	OSO	12
16.3.1977	+		25,0	48,9	+ 96	196	SW	75
6.5.1977	+		6,7	12,5	+ 87	187	WSW	87
II								
16.3.1976	+		2,3	1,5	- 35	126	O	37
27.7.1976		+	2,8	1,9	- 32	137	WNW	50
24.9.1976		+	1,8	1,7	- 6	182	O	37
2.12.1976	+		46,5	48,1	+ 3	200	W	62
22.3.1977	+		25,0	3,2	- 87	25	NO	12
III								
17.3.1976	+		2,3	0,1	- 96	9	ONO	12
26.7.1976		+	2,8	2,1	- 25	169	NW	50
23.9.1976		+	1,8	0,4	- 78	50	OSO	37
12.11.1976	+		13,6	22,8	+ 68	380	SW	100
1.12.1977	+		46,5	74,5	+ 60	362	SW	100
4.1.1976	+		161,0	41,6	- 74	59	SSO	62
15.2.1977	+		132,8	3,0	- 98	5	OSO	37
21.3.1977	+		25,0	14,5	- 42	131	W	75
2.5.1977	+		6,7	0,3	- 96	9	O	25
IV								
17.3.1976	+		2,3	5,8	+152		ONO	
27.7.1976		+	2,8	2,7	- 4		NNW	
23.9.1976		+	1,8	0,3	- 85		OSO	
12.11.1976	+		13,6	6,0	- 56		SW	
1.12.1976	+		46,5	1,9	- 96		SW	
4.1.1977	+		161,0	13,8	- 91		SSO	
21.3.1977	+		25,0	2,9	- 88		W	

Eine positive Korrelation zwischen vermehrtem Quallenvorkommen und Intensität des lokalen Auftriebs läßt sich statistisch absichern und wird in Abb. 35 als Regression dargestellt. Der Mechanismus des Quallentransports bei Auftriebsverhältnissen ist nicht bekannt. Eine einmalige Untersuchung zur Tiefenverteilung der Aurelien am 10.-11.7.1978 in der Kieler Bucht (Abb. 5) hat Hinweise darauf erbracht, daß die Tiere in tieferen Wasserschichten (25-34 m) in überdurchschnittlich großen Mengen auftreten. Es ist nicht auszuschließen, daß diese Quallen durch länger andauernde Auftriebsvorgänge in höhere und küstennähere Gebiete verdriftet werden.

4.3.2. TAGESPERIODISCHE VERTIKALWANDERUNGEN

Über tagesperiodische Vertikalwanderungen von Scyphomedusen existieren bislang keine quantitativen Daten. Einzelbeobachtungen beziehen sich auf den Einfluß der Lichtintensität oder der Wellenstärke auf die Aufenthaltstiefe der Quallen (AGASSIZ 1862, MAYER 1900, BROWNE 1901, VERWEY 1942). YASUDA (1970) konnte weder einen Einfluß der vertikalen Temperatur- noch der Dichteverteilung auf Vertikalwanderungen der japanischen Ohrenqualle nachweisen.

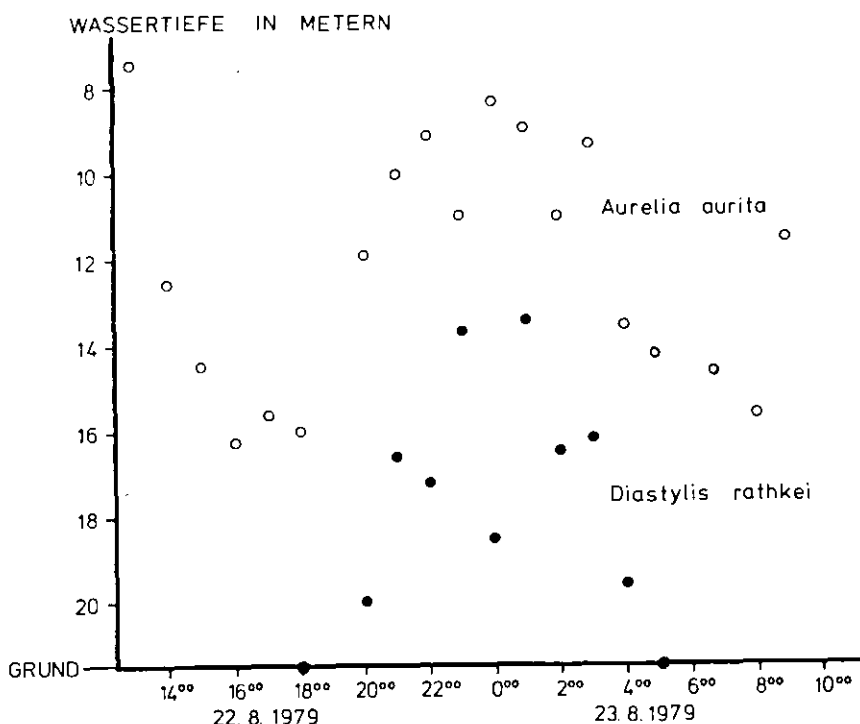


Abb. 36.

Vertikalwanderungen von *Aurelia aurita* (offene Kreise) und *Diastylis rathkei* (gefüllte Kreise) im Plankton der Eckernförder Bucht

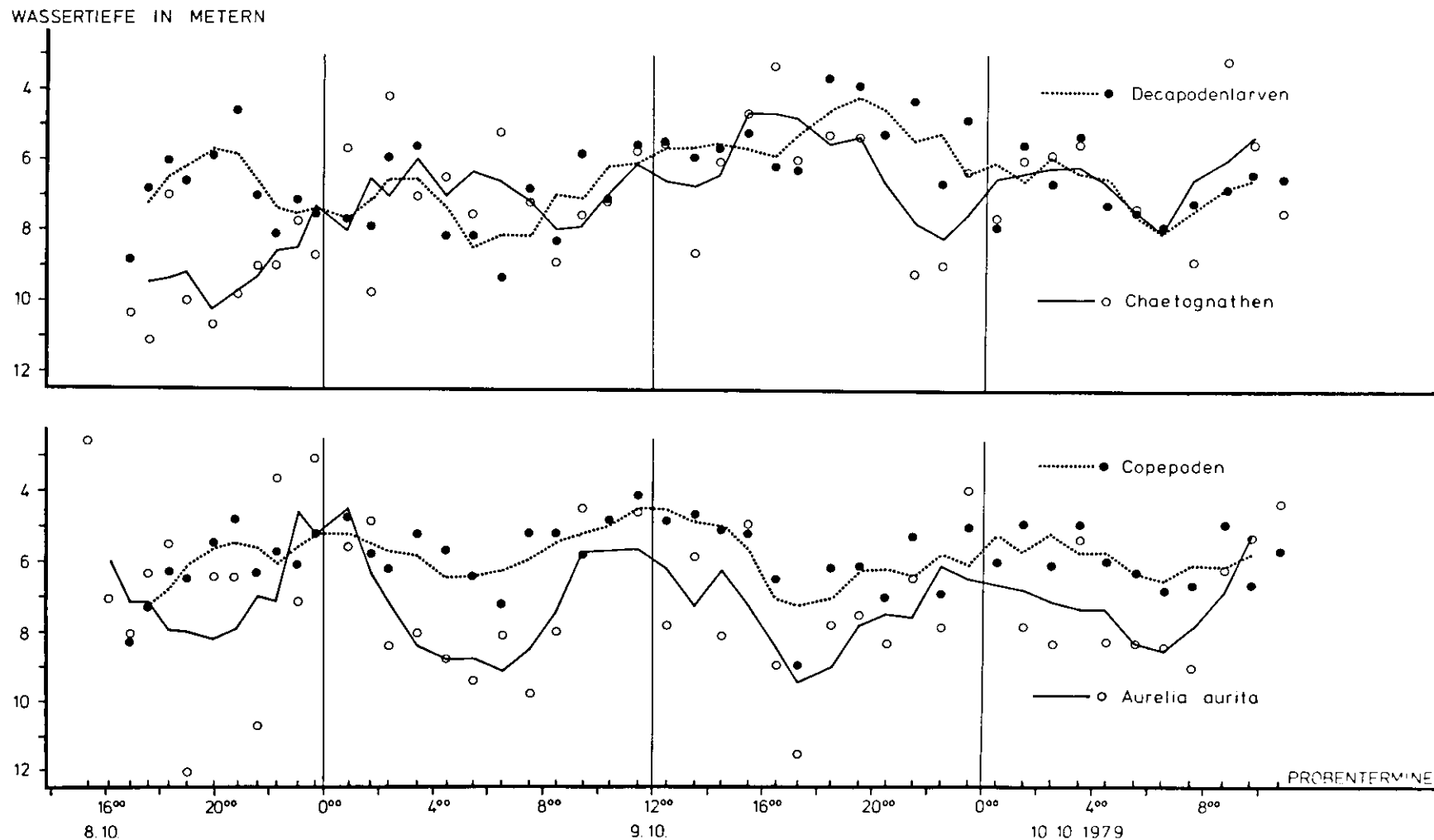


Abb. 37.

durchschnittliche Aufenthaltstiefe verschiedener Planktongruppen im Oktober 1979 in der Hohwachter Bucht;
die Linien verbinden die gleitenden Mittel über drei aufeinander folgende Werte

Über Vertikalwanderungen von *Aurelia aurita* in der Kieler Bucht geben die Ergebnisse der am 22.-23.8. und 8.-10.10.1979 zusammen mit T. POMMERANZ durchgeführten Meßhai-Fahrten Aufschluß. Während der zweiten Fahrt wurden zusätzlich auch die Wanderungen anderer Planktongruppen untersucht. Während beider Fahrten herrschten nur schwache Winde, der Himmel war bedeckt, Temperatursprungschichten waren nicht ausgebildet.

Zur Bestimmung der mittleren Aufenthaltstiefe einer Art wurde ihre Biomasse oder Individuenzahl in Prozent je Tiefenstufe mit der jeweiligen Wassertiefe multipliziert:

$$\bar{d} = 0,01 (d_1 n_1 + d_2 n_2 + d_3 n_3 + d_4 n_4 + d_5 n_5)$$

\bar{d} = mittlere Aufenthaltstiefe

d_{1-5} = Holttiefen in m

n_{1-5} = Prozentsatz von Biomasse oder Individuenzahl des Einzelhols am Gesamtfang

Im August 1979 lag der Anteil von *Aurelia* im Tagesmittel bei mehr als 95 % C_{org} des Gesamtplanktons $>0,3$ mm. Vom 8.-10.Oktober betrug er nur noch 59,9 %. Weitere 38,7 % machten die Copepoden und 1,3 % die nachts aufsteigenden Benthostiere aus.

Eine deutliche Tagesperiodizität der Vertikalwanderungen wurde für *Aurelia* sowohl im August (Abb. 36) als auch im Oktober (Abb. 37) nachgewiesen. Die Medusen wanderten jeweils gegen Mittag und Mitternacht in Richtung Wasseroberfläche und sanken zur Morgen- und Abenddämmerung wieder in tiefere Schichten ab. Diese Ergebnisse decken sich mit den Beobachtungen ortsansässiger Fischer.

Auffällig ist die Parallelität der Wanderungen von *Aurelia* und von Copepoden. Ein Aufsteigen von Copepoden zur Mittagszeit und um Mitternacht (Abb. 37) steht im Gegensatz zu bisherigen Beobachtungen (BANSE 1959, BRAUNS 1942, RUSSELL 1928, 1934). Durch ergänzende Untersuchungen wäre zu prüfen, ob dieser Befund abiotische Ursachen hat oder ob möglicherweise die Medusen den Copepoden als ihrer Hauptnahrungsquelle auf deren tagesperiodischen Wanderungen folgen.

Für Decapodenlarven und Chaetognathen bietet das vorliegende Material keine Hinweise auf Tageswanderungen.

Zeit	mittlere Aufenthaltstiefe in m			
	Aurelia	Cope- poden	Decapo- den- larven	Chaeto- gnathen
8.10. 1979				
15:35	2,6			
16:20	7,2			
17:05	8,1	8,3	8,3	10,4
17:50	6,4	7,4	6,7	11,1
18:30	5,5	6,3	6,0	7,0
19:10	11,6	6,6	6,7	10,0
20:10	6,5	5,6	5,9	10,7
21:00	3,4	4,8	4,6	9,8
21:45	10,8	6,4	7,0	9,0
22:40	3,7	5,8	8,1	9,0
23:15	6,4	6,1	7,1	7,7
23:55	3,1	5,3	7,6	8,7
9.10. 1979				
1:10	5,3	4,8	7,7	5,6
1:55	4,9	5,9	7,8	9,8
2:35	8,5	6,3	5,9	4,2
3:40	8,3	5,3	5,6	7,0
4:40	8,8	5,8	8,1	6,5
5:40	9,5	6,5	8,1	7,5
6:40	8,1	7,3	9,3	5,2
7:45	9,8	5,3	6,8	7,2
8:45	8,0	5,3	8,3	8,9
9:40	4,6	5,8	5,7	7,5
10:40		4,9	7,1	7,1
11:40	4,7	4,2	5,5	5,7
12:45	7,9	4,8	5,4	5,5
13:50	5,9	4,7	5,8	8,7
14:45	8,1	5,1	5,6	5,9
15:45	4,8	5,2	5,1	4,7
16:45	9,0	6,7	6,1	3,4
18:00	10,5	9,0	6,2	5,9
18:40	7,8	6,2	3,6	5,2
19:45	7,6	6,1	3,8	5,3
20:40	8,3	7,0	5,3	5,3
21:40	6,5	5,3	4,3	9,2
22:40	8,0	6,9	6,7	8,9
23:40	4,0	5,0	4,7	6,1
10.10. 1979				
0:45		6,0	7,8	7,6
1:45	7,9	4,9	5,5	5,9
2:45	8,4	6,1	6,6	5,7
3:45	5,4	4,9	5,2	5,5
4:45	8,3	6,0	7,2	7,2
5:45	8,4	6,3	7,4	7,3
6:40	8,5	6,8	7,8	7,8
7:45	9,0	6,7	7,1	8,8
8:40		4,9	6,7	3,0
9:40		6,6	6,3	5,5
10:45		5,6	6,4	7,4

Tab. 37.

mittlere Aufenthalts-
tiefen einiger Plank-
tongruppen am 8.-10.10.
1979 in der Hohwachter
Bucht



4.4. BESTANDSENTWICKLUNG IN DER KIELER BUCHT

4.4.1. WACHSTUM

Die meisten Literaturdaten über das Wachstum von Scyphomedusen beziehen sich auf *Aurelia aurita*. Vielfach wurde auf das ungewöhnlich schnelle Wachstum hingewiesen, doch beruhen die Angaben mit Ausnahme der Arbeit von HAMNER & JENSSEN (1974) nur auf jeweils zwei, höchstens drei Meßreihen. DELAP (1907) beobachtete im Aquarium ein Wachstum von 35 auf 60 mm Schirmdurchmesser innerhalb von 10 Tagen bei ausreichend großem Futterangebot. Bei Bergen wuchsen Aurelien von 6 auf 25 cm in 25 Tagen (SARS 1841), im Skagerrak von 25 auf 140 mm in 35 Tagen (AURIVILLIUS 1898), im Tamar Ästuar von 19 auf 56 mm in 35 Tagen (McINTOSH 1910), in der Passaquamoddy Bay von 50 auf 185 mm in 50 Tagen (DAVIDSON & HUNTSMAN 1926), im Mariagerfjord von 12-15 auf 65 mm in 42 Tagen (USSING 1927) und in der Lübecker Bucht von durchschnittlich 20 auf 105 mm in 3 Monaten (THIEL 1959a). Weitere Wachstumsdaten geben LOHMANN (1908), PALMEN (1954) und WIKSTRÖM (1921).

Wenn sich die Ephyre vom Polypen löst, beträgt ihr Durchmesser 1-3 mm (RUSSELL 1970, YASUDA 1979). Als Maximalgröße einer adulten *Aurelia aurita* wurde am 1.8.1979 in der Kieler Förde 44 cm gemessen. Nach KRAMP (1939) ist an der Küste Islands ein Exemplar von 110 cm Durchmesser angespült worden.

In der Kieler Bucht setzt die Ephyrenproduktion bereits im November ein und erreicht ihren ersten Höchstwert zum Jahresende. Während der Wintermonate wachsen diese Ephyren nicht. Bis in den März hinein liegt ihre Durchschnittsgröße bei 2 mm. Die Hauptproduktionszeit für Jungquallen liegt jedoch im Frühsommer. Die Ephyrenmengen stiegen 1978/1979 von durchschnittlich 1,8 im Dezember/Januar auf 7,6 pro 100 m³ im Mittel der Monate April bis Juni (Tab. 35).

Der mittlere *Aurelia*-Durchmesser stieg im April 1979 auf 2,6 mm, im Mai auf 6,7 mm, im Juni auf 48,5 mm, im Juli auf 155,7 mm und im August auf 197,0 mm (Tab. 38). Dies entspricht einem monatlichen Zuwachs von 158 % im Mai, 623 % im Juni, 121 % im Juli und 27 % im August. Schließt man von dieser Rechnung ab Mitte Mai die Ephyren aus, die teilweise erst im Mai und Juni in die Population gelangen und somit das Bild verfälschen, so ergeben sich monatliche Zuwachsraten von 173 % im Mai, 714 % im Juni, 153 % im Juli und 7 % im August.

Tab. 38.

Wachstumsdaten von *Aurelia aurita* aus der Kieler Bucht (1976-1977) und der Kieler Förde (1978-1979)

	Bestand in ml pro 100 m ³				Anzahl in 100 m ³ 1978-1979		mittlerer Durchmesser in mm		Abweichung des Durchmessers vom Vormonatswert in %	
	1976 1977	1978	1979	Mittelwerte von 1976-1977 und 1978-1979	alle Stadien	Merkusen > 1 cm	1978	1979	1978	1979
Jan	0	(0)	0	0	1,8	0		2,0		
Feb	0	(0)	0	0	1,0	0				
Mär	0	(0)	0	0	1,4	0		2,1		
Apr	0	1,2	0,1	0	7,7	1,1	7,4	2,6		+ 24
Mai	0	330,7	0,8	70	15,8	8,5	14,0	6,7	+ 89	+158
Jun	1.270	653,9	225,3	850	11,5	7,9	74,5	48,5	+432	+624
Jul	3.020	2.523,3	2.116,0	2.530	10,5	9,7	137,0	155,7	+ 84	+221
Aug	(2.600)	2.125,4	2.665,9	2.500	7,2	6,9	187,8	197,0	+ 37	+ 27
Sep	2.190	1.552,0	3.928,3	2.820	12,1	12,1	135,0	170,9	- 18	- 13
Okt	(1.110)	55,1	2.660,4	1.220	6,4	6,4		163,6		- 17
Nov	40	0	97,4	40	0,3	0,2				
Dez	0	0	0	0	2,2	0	1,8			
Mittel	850	603,5	974,5	840						

Legt man die Gewichts-Längen-Relation $G = 0,07 \times L^{2,8}$ (nach KERSTAN 1977) zugrunde, so steigt das durchschnittliche Gewicht einer Qualle von 0,06 g im Mai auf 22,8 g im Juni und 308,5 g im Juli. In derselben Größenordnung vermehrte sich 1979 auch die Biomasse des in der Kieler Förde untersuchten *Aurelia*-Bestandes (Tab. 38).

Das Wachstum der Ohrenqualle ist demnach gekennzeichnet durch eine Periode der Stagnation bis zum Frühjahr und einen steilen Anstieg im Frühsommer. Im Spätsommer und Herbst setzt eine Größenreduktion ein (Abb. 38, 39). Bezogen auf die Monatsmittel, machte die Größenabnahme im September 1978 18 % und im September 1979 13 % gegenüber dem August aus. Das mögliche Eindriften kleinwüchsiger Aurelien aus der mittleren Ostsee im Spätsommer, wie es THIEL (1962) beobachtete, stellt eine schwer zu beurteilende Fehlerquelle dar. Diese Tiere unterscheiden sich von den Ohrenquallen der Kieler Bucht neben der geringeren Größe vor allem durch die relativ spät einsetzende Geschlechtsreife. Soweit eine Beurteilung anhand dieser unsicheren Kriterien möglich ist, traten sie im September und Oktober 1979 in der Kieler Förde nur in sehr geringer Zahl auf.

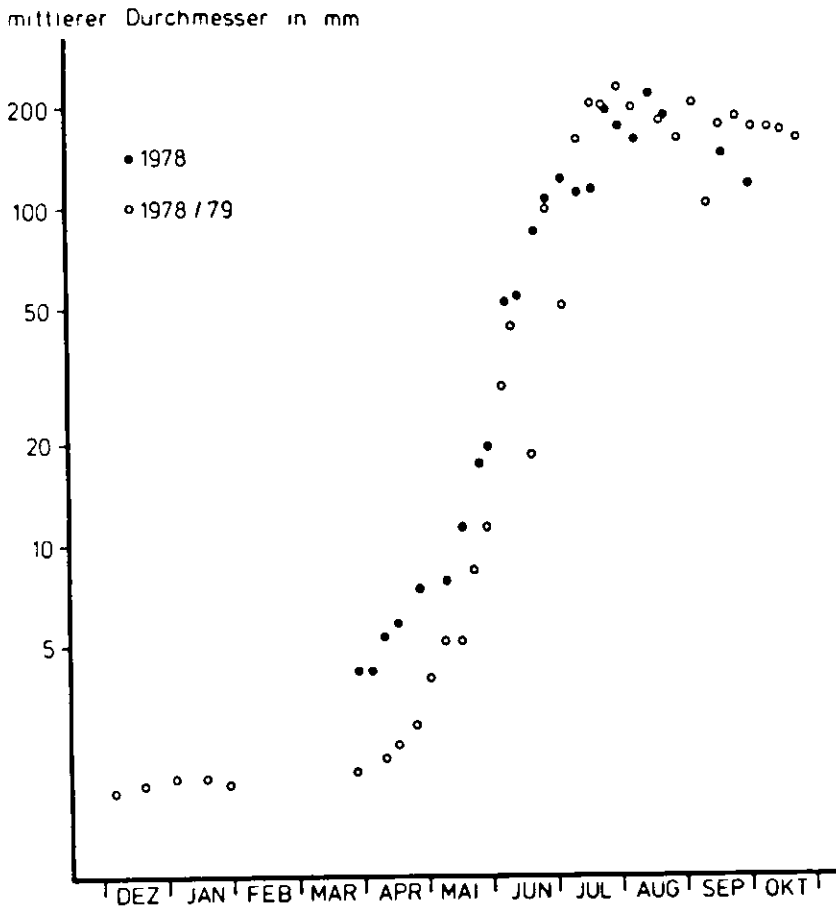


Abb. 38.

Wachstum von *Aurelia aurita* in der Kieler Förde (Basisdaten in Tab. 38)

Der bisher für das Jahr 1979 beschriebene Wachstumsverlauf trifft ähnlich auch für 1978 zu. Die Kurve dieses Jahres zeichnet sich allerdings durch einen früheren Beginn des Größenwachstums im Vergleich mit 1978 aus (Abb. 38). Die mittleren Durchmesser im April betragen 7,4 bzw. 2,6 mm. Der Monat des maximalen Wachstums ist jedoch während beider Jahre der Juni: 432 % Zuwachs 1978 und 623 % im Jahr darauf (Tab. 38). Auch der größte mittlere Durchmesser wurde jeweils im August erreicht, 1979 lag er 9 cm über dem des Vorjahres. Ähnlich verhielten sich die maximalen Individualdurchmesser mit 40 cm 1978 und 44 cm 1979. Auch die Größenreduktion setzte jeweils im September ein. 1979 wurden Medusen noch Mitte November, also 5 Wochen länger als 1978, im Plankton der Kieler Förde beobachtet.

Eine Erklärung für die Unterschiede in den Wachstumsverläufen ist vermutlich in den verschiedenen hydrographischen Bedingungen während der beiden Jahre zu sehen. 1978 setzte die Wassererwärmung früher als im Folgejahr ein. Der Maximalwert der während der Serienfahrten in 10 cm Tiefe gemessenen Temperatur lag 1978 mit 20,5 °C um 3,5 °C über dem Höchstwert von 1979. Möglicherweise führen niedrigere Wasser-

temperaturen zu verzögertem Wachstumsbeginn und relativ großer Endlänge. Die Richtigkeit dieser Vermutung ließe sich durch einen, zur Zeit nicht durchführbaren, Vergleich der Maximallängen von Aurelien aus verschiedenen Klimazonen überprüfen.

Freßfeinde der Ohrenquallen sind bis zum Einsetzen ihrer Geschlechtsreife nicht bekannt. In Aquarierversuchen konnte demonstriert werden, daß ausgehungerte Jungdorsche nach Medusen schnappen, diese aber sofort wieder ausspucken. Ohrenquallen selbst fressen zwar Hydromedusen, doch wurde während umfangreicher Nahrungsuntersuchungen kein Fall von Kannibalismus beobachtet. Geschlechtsreife Aurelien werden dagegen gelegentlich von Makrelen attackiert, die entweder nach den in den Brutbeuteln dichtgepackten Larven oder nach den parasitischen Amphipoden im Quallenkörper schnappen.

Schwankungen von Salzgehalt und Temperatur, wie sie in der westlichen Ostsee üblich sind, dürften von den Ohrenquallen ohne weiteres toleriert werden, da die Art sowohl in Gebieten mit wesentlich höheren als auch niedrigeren Salinitäten und Wassertemperaturen auftritt.

Somit ist anzunehmen, daß die Aurelien der westlichen Ostsee während ihrer Wachstumsphase keiner nennenswerten Mortalität ausgesetzt

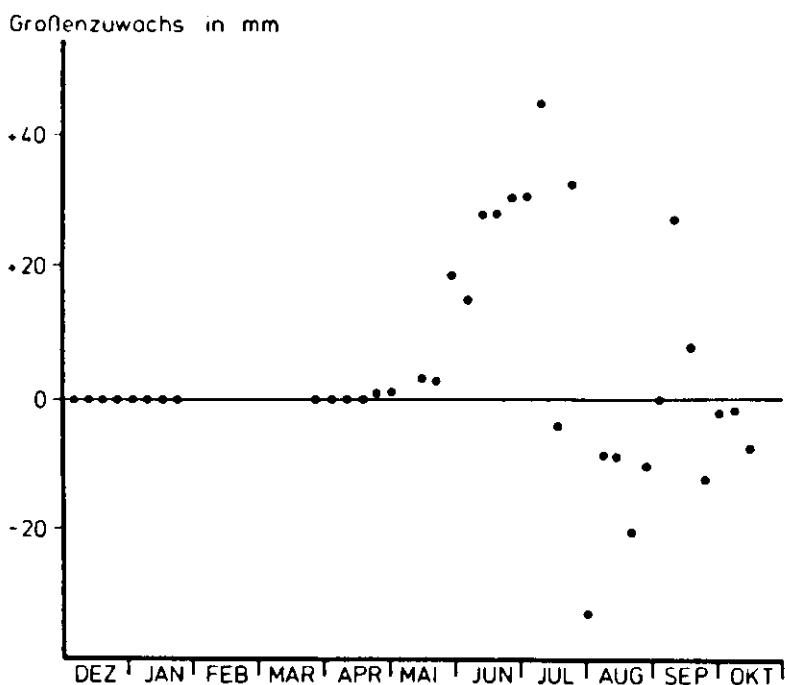


Abb. 39.

wöchentlicher Größenzuwachs von *Aurelia aurita* in der Kieler Förde 1978-1979 (Basisdaten in Tab. 38, gleitendes Mittel über 3 Werte)

MITTLERER
DURCHMESSER IN CM

GESAMTLEBENDVOLUMEN IN ML PRO M³

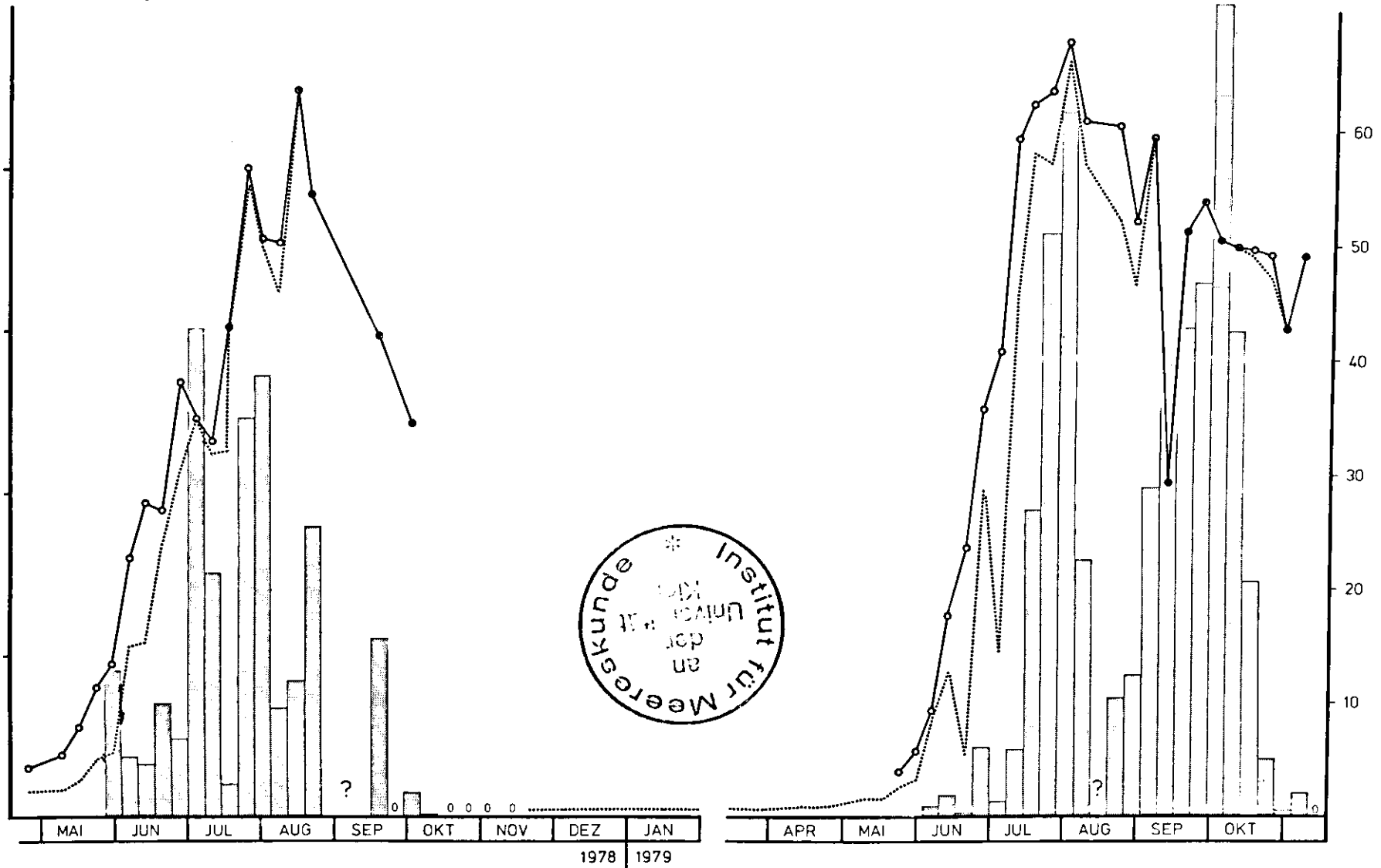


Abb. 40.

Entwicklung der Aurelia-Bestände der Kieler Förde in den Jahren 1978 und 1979

Blockdiagramme: Gesamtlebendvolumen in ml pro m³

punktierte Linie: mittlerer Durchmesser aller Aurelia

durchgezogene Linie: mittlerer Durchmesser der Medusen > 1 cm

sind. Da zudem die Population am Jahresende vollständig abstirbt, ist das Bestandsmaximum der Tiere im Sommer gleichzusetzen mit ihrer Gesamtproduktion an Biomasse.

4.4.2. MÖGLICHE TODESURSACHEN

Das Absterben der Aurelia-Population setzt mit Herbstbeginn ein, abzulesen am Rückgang der Individuenzahlen pro 100 m^3 von 12,1 im September, 6,4 im Oktober und 0,2 im November im Mittel der Jahre 1978 und 1979 (Tab. 39). Der individuenmäßigen Bestandsverringierung geht eine Schrumpfung der Medusen voraus, die bereits Ende Juli einsetzt (Abb. 41). Verbunden mit dieser Schrumpfung sind eine Reduktion von Fangtentakeln und Randsinneskörpern. Anschließend brechen bei vielen Tieren die Mundarme ganz oder teilweise ab, die Zentralscheibe wölbt sich zu einer Halbkugelschale.

Folgende drei Faktoren kommen als hauptsächliche Todesursachen in Betracht:

- (1) Das Lebensende ist genetisch festgelegt (Alterstod).
- (2) Die auf dem Höhepunkt der Geschlechtsreife einsetzende Parasitierung durch den Amphipoden *Hyperia galba* bringt die Medusengeneration zum Absterben.
- (3) Durch Massenentwicklung der Population entzieht sie sich selbst die Nahrungsgrundlage (Hungertod).

Die vorliegenden Daten können nur Hinweise auf die Bedeutung einzelner Faktoren geben, eine abschließende Bewertung ist nicht möglich.

Alterstod

Bei allen Tieren mit geschlechtlicher Fortpflanzung ist, soweit bislang bekannt, das maximale Lebensalter genetisch festgelegt (Alterstod). Ob dies auch für Scyphomedusen zutrifft, ließe sich durch Hälterungsversuche zeigen, bei denen alle anderen Todesursachen ausgeschlossen werden. Hierdurch wären auch Informationen zu erzielen, ob eine eventuell genetisch festgelegte Lebensspanne voll ausgeschöpft oder durch andere Faktoren vorzeitig beendet wird. Derartige Versuche stehen noch aus.

Tab. 39.

prozentuale Häufigkeit verschiedener Größengruppen von *Hyperia galba* im Plankton bzw. in den Quallen der Kieler Förde 1979

Körpergröße in mm (entsprechend der Siebmaschenweite)	1,25	1,25-1,6	1,6-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	3,5	Anzahl ge- messener Tiere	mittleres Individu- algewicht
mittleres Einzel- gewicht in mg (Trockengewicht)	0,15	0,26	0,50	0,96	1,78	2,94	4,91		
25.4.	0	+	0	+	0	0	0	3	(0,73)
10.5.	0	+	0	0	0	0	0	4	(0,26)
16.5.	0	0	+	0	0	0	0	1	(0,50)
6.6.	0	+	0	+	0	0	0	7	(0,31)
8.8.	0	0	0	0	0	+	0	1	(2,94)
21.8.	0	0	0	+	+	0	0	3	(1,51)
29.8.	46,8	37,8	9,6	3,8	1,3	0,6	0	156	0,30
6.9.	41,7	16,0	4,5	12,8	9,0	7,1	9,0	156	1,06
12.9.	33,3	9,9	9,9	6,8	4,7	26,6	8,8	444	1,49
19.9.	36,0	5,9	3,9	8,1	8,7	22,5	14,9	356	1,71
26.9.	25,7	9,0	11,3	12,3	3,6	16,4	21,5	608	1,84
3.10.	49,4	17,1	10,3	5,3	1,0	10,2	6,6	1.890	0,86
11.10.	41,6	24,2	8,7	14,3	3,7	5,4	2,2	9.887	0,63
17.10.	25,6	23,5	15,3	13,6	7,6	11,8	2,5	10.847	0,91
24.10.	28,5	25,4	12,9	10,0	5,3	13,2	4,6	9.073	0,98
31.10.	37,5	23,4	8,4	14,4	4,2	5,0	7,1	666	0,86
8.11.	41,5	23,5	7,5	8,6	2,6	9,3	7,0	4.213	0,91
16.11.	19,5	42,5	5,2	6,2	1,4	7,8	17,4	656	1,33

Parasitierung durch *Hyperia galba*

Einziger Quallenparasit von Bedeutung in der westlichen Ostsee ist der Amphipode *Hyperia galba*. Er ist vorwiegend in Scyphomedusen, seltener in Ctenophoren und Hydromedusen anzutreffen. Sein massenhaftes Auftreten in laichreifen und abgelaichten Ohrenquallen, seine Ernährungsweise und der Umstand, daß seine Bestandsentwicklung gegenläufig zu der seines Wirtes ist, lassen vermuten, daß ihm ein wesentlicher Beitrag zum Absterben der Medusenpopulation im Herbst zukommt.

Der Lebenszyklus von *Hyperia galba* gibt noch Rätsel auf. Von Januar bis Anfang August sind die Aurelien frei von diesem Parasiten. Auch im Plankton wird er nur höchst selten gefangen (Tab. 15). ARNTZ (mündl. Mitt.) fand ihn in Bodengreiferproben aus der Kieler Bucht ebenfalls nur sehr selten.

Die ersten Ohrenquallen mit *Hyperia*-Befall treten im August auf, es handelt sich hierbei um mittelgroße Parasiten (Tab. 39). Ende August sind in den Quallen die ersten frischgeschlüpften Amphipoden anzutreffen. Ihre Hauptproduktionszeit liegt im Oktober. Am 11.10. 1979 wurden in (den Quallen) der Kieler Förde durchschnittlich 259 *Hyperia* pro 100 m³ gefangen. Die Zahl der Amphipoden ist zwar von der Menge der gerade vorhandenen Medusen abhängig, die rapide Vermehrung der Parasiten in den Quallen im Spätsommer verwischt in Abb. 41 jedoch diese Beziehung.

Während der Degenerationsphase der Quallen sind in ihnen ständig steigende Mengen von adulten wie auch von frischgeschlüpften *Hyperien* anzutreffen. Jungtiere kommen in allen Geweben und Radiärkanälen der Qualle vor, die meisten adulten Parasiten dagegen bleiben in den Gonaden oder den Subgenitalhöhlen. Bereits DAHL (1959), KRAMP (1937) und METZ (1967) beobachteten, daß *Hyperia* sich von Bindegewebe und Gonaden des Wirtes ernährt.

Ungeklärt ist, ob die Eiproduktion von *Aurelia* durch den Amphipodenfraß gestoppt oder beeinträchtigt wird, oder ob die Amphipoden

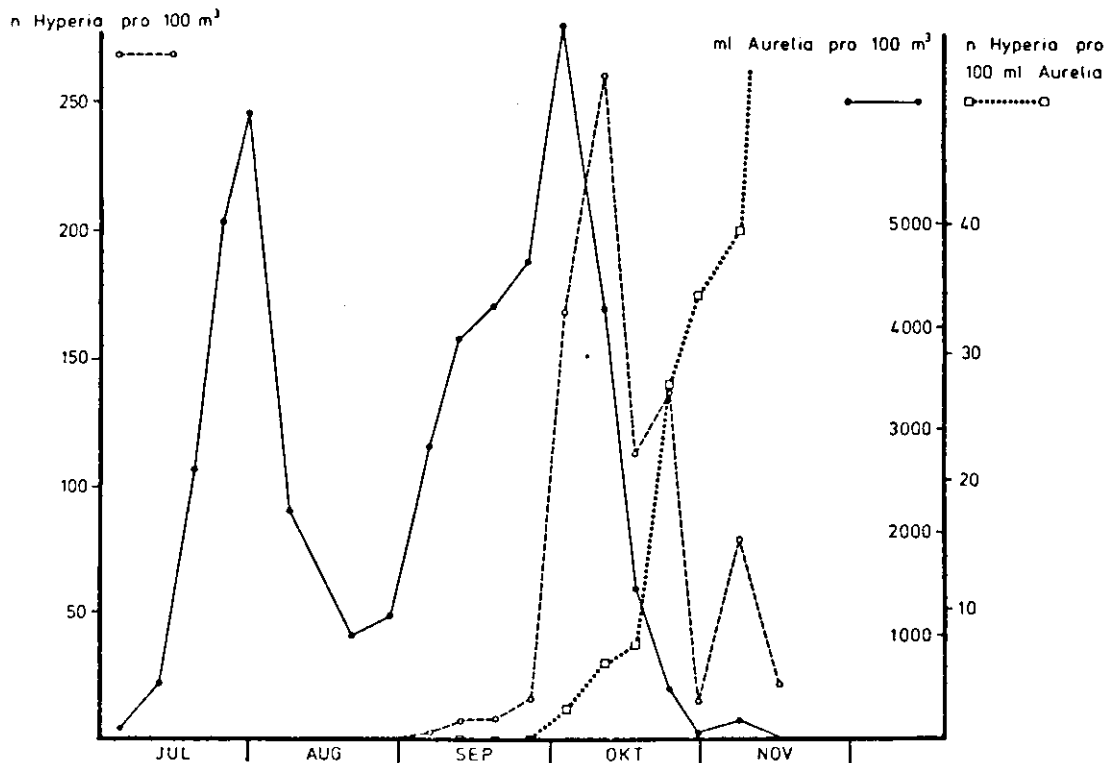


Abb. 41.

Häufigkeit von *Aurelia aurita* und ihrem Parasiten *Hyperia galba* im Plankton der Kieler Förde 1979

erst nach Beendigung der Abgabe von Geschlechtsprodukten in die Gonaden einzudringen vermögen. Es ist jedenfalls nicht auszuschließen, daß der Amphipodenfraß zur Reduktion des Quallenbestandes im Herbst beiträgt.

Kurz nach dem Absterben der meisten Quallen sind noch bis zu 0,2 *Hyperia* pro m³ frei im Plankton der Förde anzutreffen. Die meisten von ihnen werden eine leichte Beute von Heringen, bei denen sie zu dieser Jahreszeit einen meßbaren Anteil der Nahrung ausmachen (QUANTZ, mündl. Mitt.). Nach Tauchbeobachtungen von H. THIEL (1970) überwintert ein Teil der Amphipoden in den Polypenkolonien von *Aurelia aurita*.

Hungertod

Aufgrund der Ergebnisse von Fütterungsversuchen berechnete FRASER (1969), daß eine 25 cm messende *Aurelia* im Laufe ihres Lebens annähernd 10 g TG Plankton verzehrt haben müsse. Dies entspricht einem Gewicht von 1 Million *Pseudocalanus elongatus* oder 200.000 frischgeschlüpfter Heringslarven (Tab. 6). Hochgerechnet auf den Gesamtbestand von 7×10^9 *Aurelia* im August in der Kieler Bucht (52,5 km³), müßten dort bis zu diesem Monat 70.000 t TG Plankton von den Ohren-

Tab. 40.

Nahrungsbedarf und Nahrungsangebot für *Aurelia aurita* in der Kieler Bucht

	<i>Aurelia aurita</i>		Zooplanktongehalt ohne Coelenteraten, Protozoen (mg Trockengewicht pro 100 m ³)
	Häufigkeit (g Naßgewicht pro 100 m ³)	täglicher Futterbedarf (mg Trockengewicht)	
Mai	70	10	8.913
Jun	850	119	4.508
Jul	2.530	354	3.299
Aug	2.500	(350)	6.385
Sep	2.850	(395)	7.432
Okt	1.220	(171)	4.654
Nov	40	(6)	3.305

quallen weggefressen worden sein.

Der stündliche Energiebedarf von *Aurelia aurita* liegt bei etwa $0,004 \text{ ml O}_2 \text{ g}^{-1}$ (KERSTAN 1977: $0,002-0,004 \text{ ml}$; NICOL 1960: $0,003-0,005 \text{ ml}$; THILL 1937: $0,002-0,006 \text{ ml}$). Der tägliche Futtermindestbedarf einer 100 ml messenden Ohrenqualle beträgt, unter Berücksichtigung der täglichen Freßpausen, 14 mg Trockenplankton (KERSTAN 1977). Basierend auf diesem Wert und unter Einbeziehung von Daten aus Tab. 38 wird in Tab. 40 der tägliche Futtermindestbedarf der gesamten *Aurelia*-Population dem als Nahrung in Betracht kommenden Zooplanktonangebot gegenübergestellt.

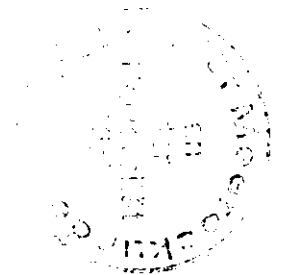
Da Größenwachstum und Eiproduktion der Aurelien Mitte August weitgehend abgeschlossen sind, ist ihr Futterbedarf in den Monaten August bis November vermutlich geringer als in der Tab. 40 in Klammern angegeben.

Das mehrzellige Zooplankton (ohne Coelenteraten) erreicht seinen Maximalbestand im Mai mit $8,9 \text{ mg TG pro } 100 \text{ m}^3$. Der Gesamtbestand in der Kieler Bucht beträgt dann 4.700 t TG . Während der Hauptwachstumsphase der Quallen im Juni und Juli sinken die Bestandsgrößen der als Nahrung in Betracht kommenden Zooplanktongruppen. Erst im August, wenn ein Teil der Aurelien durch Rückbildung der Fangtentakel bereits als Räuber ausfällt, ist wieder ein Anstieg der Biomasse des Zooplanktons zu verzeichnen.

Einem Mindestfutterbedarf im gesamten Monat Juli von $11,4 \text{ g TG}$ steht ein Bestandsangebot an mehrzelligem Zooplankton von nur $3,3 \text{ g TG}$ gegenüber. Unter der Voraussetzung, daß keine anderen Nahrungsquellen genutzt werden, müßte in diesem Monat die vom Zooplankton produzierte Biomasse um das 3,5fache über ihrer Bestandsgröße liegen, nur um den Nahrungsbedarf der Quallen zu decken. Dies ist wenig wahrscheinlich, kann mangels ausreichender Daten über die Zooplanktonproduktivität im Gebiet jedoch nicht abschließend beurteilt werden.

Die Diskrepanz zwischen dem in Tab. 40 aufgeführten Nahrungsbedarf und dem Nahrungsangebot läßt sich am ehesten durch zwei Möglichkeiten erklären:

- (1) Es besteht ab Juli für die Quallenpopulation der Kieler Bucht tatsächlich Nahrungsmangel. Für die Quallen führt dies zu dem schon beschriebenen Wachstumsstop (Abb. 39) und zur Reduktion der zum Beuteerwerb dienenden Fangtentakel. Hungertod als Spätfolge ist nicht auszuschließen.
- (2) Quallen nutzen andere Gruppen als Ersatznahrung. Nach KERSTAN (1977) tragen Phytoplankton und Protozoen während der Sommermonate jedoch nur unerheblich zur Ernährung bei. Eine relativ größere Bedeutung kommt dagegen den dicht über dem Boden aufgenommenen Benthosorganismen zu. Unbekannt ist, in welchem Ausmaße Ohrenquallen gelöste organische Substanzen aus dem Wasser aufnehmen.



5. OHRENQUALLEN ALS NAHRUNGSKONKURRENTEN UND RÄUBER DER FISCHBRUT

Quantifizierung und Ermittlung der Gründe für die hohe Sterblichkeit von Ei- und frühen Larvalstadien mariner Fische sind zentrale Fragestellungen der Fischereibiologie (BLAXTER 1974). Neben Nahrungsman- gel und Wegfraß wurden auch abiotische Faktoren wie die Temperatur (COLTON 1959, IRVIN 1974, SOUTHWARD & DEMIR 1974), der Salzgehalt (ALDERDICE & FORRESTER 1968, WESTERNHAGEN 1968), der Sauerstoffge- halt (BRAUM 1973), Wellenschlag (PINUS 1974, POMMERANZ 1974) und Kraftwerksbetrieb (WINKLE 1977) als Ursachen der Mortalität disku- tiert.

MAY (1974) faßte die derzeitigen Kenntnisse über den Einfluß von qualitativem und quantitativem Nahrungsangebot auf die Überlebens- chancen von Fischlarven zusammen. Obwohl die Ergebnisse zahlreicher Felduntersuchungen verarbeitet wurden, war es nicht möglich, die Rolle des Nahrungsangebots als Mortalitätsursache von Larvenbestän- den zu quantifizieren.

Ähnliche Schwierigkeiten bereitete die Beurteilung der Sterblich- keit durch Räuber. Obwohl bereits mehrfach auf die Bedeutung des Wegfraßes von Fischlarven auf die Bestandsentwicklung hingewiesen wurde (FRASER 1962, 1969, HEMPEL 1974, MURPHY 1961) und obwohl diese These durch die Ergebnisse zahlreicher Experimente gestützt wird (FRASER 1969, GREVE 1972, KAMSHILOV zitiert von FRASER 1962, LEBOUR 1922, 1923, LILLELUND & LASKER 1971, SOUTHWARD 1955, THEIL- ACKER & LASKER 1974), liegen hierüber nur sehr wenig Felduntersu- chungen vor.

Von einigen Quallenarten ist zu vermuten, daß sie aufgrund ihres schnellen Wachstums und ihres Massenauftretens eine nennenswerte Nahrungskonkurrenz für die Fischbrut darstellen. Ohrenquallen er- nähren sich, wie alle anderen Scyphomedusen auch, vorwiegend carni- vor. Aufgrund ihrer relativen Häufigkeit im Plankton stellen Cope- poden die Hauptnahrung (DELAP 1907, HÜSING 1956, KERSTAN 1977, RAUSCHENPLAT 1901, SOUTHWARD 1955). Seit langem ist bekannt, daß auch Fischlarven gefressen werden (EHRENBERG 1837, KELLER 1895 zitiert von KRUMBACH 1930, LEBOUR 1922, 1923, PERON & LESUEUR 1809 zitiert von THIEL 1964, THILL 1937). FRASER (1969) beobachtete, wie eine 5 cm messende Ohrenqualle in einem 6-l-Aquarium innerhalb von

nur 6,5 h alle 60 hinzugesetzten Fischlarven verzehrte.

Neben *Aurelia aurita* sind auch andere in der westlichen Ostsee vorkommende Quallenarten als Fischräuber bekannt. Im Gastralraum einer auf Helgoland angespülten *Cyanea capillata* fand ich im Sommer 1971 21 angedaute Jungfische von 2-4 cm Länge. *Cyanea* wurde auch von FRASER (1969), GAEDE (1816, zitiert von THIEL 1959b), HARGITT (1902) und PHILLIPS & al. (1969) als Fischbruträuber beschrieben. In Hydromedusen wurden von FRASER (1969), GREVE (1972), GUDGER (1942), JENSEN (1950), JOHANNESSEN (1980), KRUMBACH (1925), LEBOUR (1923) und STEVENSON (1962) Fischlarven gefunden. LARSON (1976) faßte die Literatur über den Wegfraß von Fischlarven durch Cubomedusen zusammen.

5.1. EINFLUSS VON OHRENQUALLEN AUF ANDERE PLANKTONBESTÄNDE DER

KIELER BUCHT

Die Rolle der Quallen als Nahrungskonkurrenten für andere Planktonfresser läßt sich durch Hochrechnungen aus ihrem direkt oder indirekt bestimmten Nahrungsbedarf (siehe Kapitel 4.4.2.) nur unzureichend abschätzen. Es ist weder bekannt, inwieweit diese experimentell ermittelten Daten auf Freilandverhältnisse übertragbar sind, noch wissen wir mit ausreichender Sicherheit, in welchem Maße die theoretisch bestimmte Menge an aufgenommener Nahrung durch Nachproduktion ausgeglichen wird. Sollten die im vorausgehenden Kapitel geschätzten Wegfraßraten von Plankton durch Quallen in einer realistischen Größenordnung liegen, so müßte sich auch in den natürlichen Bestandsentwicklungen, vor allem der Copepoden, nachweisbare Effekte zeigen.

Die Vermutung, daß Quallen lokal für die Reduzierung von Copepodenbeständen verantwortlich sind, ist nicht neu. KAMSHILOV (1959, zitiert von FRASER 1962) beschrieb, daß in Jahren mit häufigem Vorkommen der Ctenophore *Bolinopsis infundibulum* die Calanus-Bestände der Barentssee wesentlich geringer ausfielen als in Jahren, während der die Rippenquallen seltener waren. Ähnliche Beobachtungen machten an der nordamerikanischen Ostküste BURRELL & ENGEL (1976) und HULSI-ZER (1976) im Zusammenhang mit Bestandsaufnahmen von *Mnemiopsis leydigii*.

Aus der Kieler Bucht existieren keine Bestandsuntersuchungen, die gleichzeitig alle Planktongruppen berücksichtigen. Zwangsläufig müssen daher Daten aus unterschiedlichen Jahren und von verschiedenen Autoren miteinander verglichen werden. Unterschiedliche hydrographische Bedingungen in den einzelnen Jahren führen zu zeitlichen Verschiebungen im Auftreten einzelner Planktongruppen, wie es SMETACEK (1975) am Beispiel des Phytoplanktons diskutiert und wie es für die Ohrenquallen aus Abb. 38 und für die Heringslarven aus Tab. 29-32 abzulesen ist. Um Verzerrungen durch die Berücksichtigung von Jahren mit extremen Witterungsverhältnissen gering zu halten, wurden bei der Berechnung monatlicher Bestandsgrößen nach Möglichkeit die Mittelwerte aus mehreren Jahren berechnet. So liegen den in Tab. 11 dargestellten Copepodendaten Untersuchungen über einen Zeitraum von 8 Jahren zugrunde. Werte für die Ohrenquallenbestände (Tab. 38) wurden über die Jahre 1976-1979 gemittelt.

Als Zusammenfassung der in Kapitel 3.2. berechneten Daten werden in Tab. 41 die Bestandsentwicklungen der größeren Zooplanktongruppen in der Kieler Bucht im Jahresverlauf aufgelistet und in Abb. 42 graphisch dargestellt. Es sind folgende Zusammenhänge abzulesen:

Die Hauptentwicklungszeit des Phytoplanktons liegt zwischen März und Oktober (Tab. 9, Abb. 43). Einer Serie von Frühjahrsblüten folgt ein kurzfristiger Bestandsrückgang auf unter 3 mg C pro m^2 im Juni. Bereits im Juli steigt die Biomasse des Bestandes wieder auf mehr als 4 mg C pro m^2 an und erreicht während der Periode der Herbstblüten von August bis Oktober Werte um 5 mg (BRÖCKEL 1975, SMETACEK 1975).

Ein Verbrauch der Nährstoffe Nitrat und Phosphat (BABENERD 1980, PROBST 1975, SEN GUPTA 1972) kann als Erklärung für die Bestandsreduktion des Phytoplanktons im Juni herangezogen werden. Der Phosphatgehalt in der obersten 10 m auf einer Station in der westlichen Ostsee sank im Mittel der Jahre 1972-1973 von durchschnittlich $400 \text{ } \mu\text{g-at pro m}^3$ im März auf 150 im Juni (berechnet nach Daten von BODUNGEN 1975). Das weitere Absinken der Phosphatwerte im Folge-monat auf $120 \text{ } \mu\text{g-at pro m}^3$ ist mit dem gleichzeitigen deutlichen Anwachsen des Phytoplanktonbestandes im Juli allerdings nicht in Einklang zu bringen.

Tab. 41.

Trockengewichte und Gehalte an organischem Kohlenstoff von Zooplanktongruppen der Kieler Bucht im Jahresverlauf, Zusammenfassung der in Kapitel 3.2. berechneten Daten

	Coelen- teraten	Copepoden	übriges Holozoo- plankton	Zoo- benthos- larven	Ichthyo- plankton	Hyper- benthos	Summe
	mg C _{org} pro 100 m ³						
Jan	12	133	163	15	0	14	337
Feb	11	243	128	30	2	14	428
Mär	1	354	64	34	2	12	467
Apr	0	761	81	71	0	11	924
Mai	106	2.644	153	46	1	8	2.958
Jun	1.276	1.244	46	139	1	13	2.719
Jul	3.794	838	105	88	1	18	4.844
Aug	3.756	824	860	181	1	24	5.646
Sep	4.245	775	1.097	215	0	31	6.363
Okt	1.839	322	927	139	0	39	3.266
Nov	80	117	722	115	0	48	1.082
Dez	51	76	397	24	0	31	579
Mittel	1.264	694	395	91	1	22	2.467
%	51,2	28,1	16,0	3,7	0,0	0,9	100
	mg Trockengewicht pro 100 m ³						
Jan	172	416	510	46	1	45	1.190
Feb	160	759	400	93	6	45	1.463
Mär	16	1.106	201	106	7	39	1.475
Apr	0	2.378	253	223	1	33	2.888
Mai	1.237	8.262	478	143	5	25	10.150
Jun	14.897	3.888	144	433	3	40	19.405
Jul	44.285	2.619	345	276	4	55	47.584
Aug	43.834	2.574	3.168	565	2	76	50.219
Sep	49.538	2.423	4.238	673	0	98	56.970
Okt	21.621	1.006	3.094	433	0	121	26.275
Nov	1.251	366	2.430	358	0	151	4.556
Dez	1.379	236	1.251	74	0	96	3.036
Mittel	14.866	2.170	1.376	285	2	69	18.768
%	79,2	11,6	7,3	1,5	0,0	0,4	100

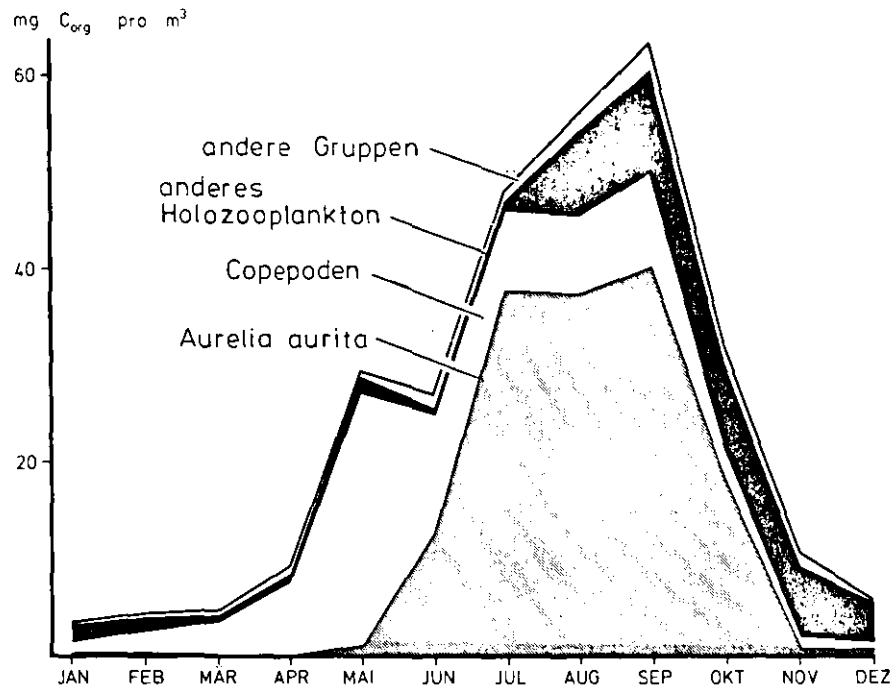


Abb. 42.

Bestandsschwankungen des Zooplanktons der Kieler Bucht im Jahresverlauf

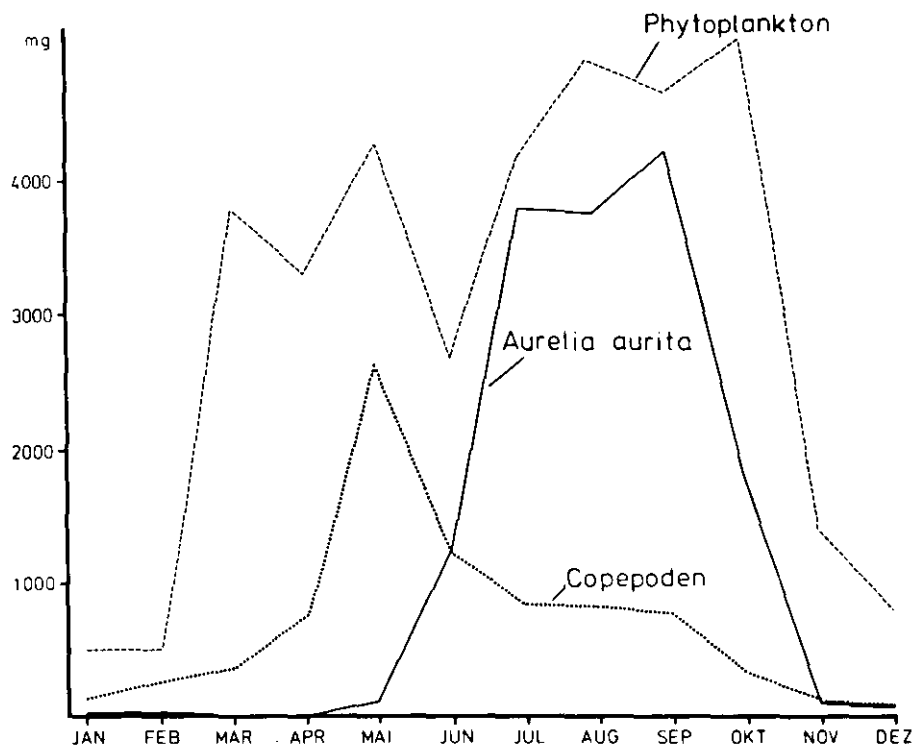


Abb. 43.

Bestandsschwankungen von Phytoplankton, Copepoden und Ohrenquallen der Kieler Bucht im Jahresverlauf
Phytoplankton: mg C pro m^2 ; Ohrenquallen und Copepoden: mg C_{org} pro $100 m^3$

Als andere Erklärungsmöglichkeit für die Bestandsminderung des Phytoplanktons im Juni bietet sich die Massenentfaltung der herbivoren Copepoden in den Monaten Mai mit 26 mg und im Juni mit 12 mg C_{org} pro m^3 an (Abb. 43, Tab. 41). Weiteres Indiz für eine Bestandsregulierung des Phytoplanktons durch Wegfraß ist der Umstand, daß nach Rückgang des Copepodenbestandes auf Werte unter 9 mg C_{org} pro m^3 im Juli, August und September der Phytoplanktonbestand wieder auf mehr als 4 mg C pro m^2 ansteigt.

Der bereits im Juni einsetzende Bestandsrückgang der Copepoden ist daher allein mit Nahrungsmangel nicht zu erklären. Zu berücksichtigen ist allerdings, daß die von Copepoden kaum verwertbaren Ceratium-Arten (LOHMANN 1908, SCHNACK 1975) im September und Oktober einen erheblichen Anteil der hohen Phytoplanktonwerte ausmachen (SMETACEK 1975). Während dieser Monate findet eine Massenentwicklung des omnivoren *Oithona similis* statt (Tab. 11), die jedoch aufgrund der Kleinwüchsigkeit der Art keinen Anstieg der Copepodenbiomasse im Herbst bewirkt.

Die Reduktion des Copepodenbestandes fällt zeitlich zusammen mit der Hauptwachstumsphase der Ohrenquallen, die ihre Biomasse von Mai auf Juni um das Zwölfwache und von Juni bis Juli noch einmal um das Dreifache vermehren. Da die Ohrenqualle sich vorwiegend von Copepoden ernährt und da der theoretisch ermittelte Nahrungsbedarf der Population im Juni 79 % und im Juli gar das Dreifache des Bestandes anderer mehrzelliger Zooplankter erreicht (Tab. 40), liegt die Vermutung nahe, daß die sommerliche Bestandsverminderung der Copepoden auf Wegfraß durch Quallen zurückzuführen ist.

Ohrenquallen wären demnach bedeutende Nahrungskonkurrenten von Fischbrut und planktonfressenden adulten Fischen (Sprott, Hering, Makrele). Diese Feststellung bleibt zunächst rein qualitativ. Zur Quantifizierung fehlen zur Zeit noch weitere Kenntnisse über die Produktionsbiologie der wichtigsten Nahrungstiere.

Einen Eindruck von der Größenordnung der Nahrungskonkurrenz gibt ein Vergleich von Werten aus Tab. 40 und 41. Bezogen auf jeweils 100 m^3 Volumen steht in der Kieler Bucht im Juni 3 mg Trockengewicht an Fischlarven eine Quallenpopulation mit einem täglichen Futterbedarf von 119 mg Trockenplankton gegenüber. Im Juli beträgt die

Relation Trockengewicht des Fischlarvenbestandes zum täglichen Nahrungsbedarf der Quallen gar 1:88.

Es ist anzunehmen, daß Scyphomedusen auch in anderen Küstengewässern eine erhebliche Bedeutung als Nahrungskonkurrenten von Fischen zukommt. Mangels ausreichender Bestandsuntersuchungen sind allerdings nur Vermutungen möglich.

HAY & ADAMS (1975) errechneten für die nordwestliche Nordsee im Mittel der Monate Juni und Juli 1965-1967 einen Bestand an Scyphomedusen von etwa 1,1 g Trockengewicht pro 100 m^3 . Das entspricht mehr als 90 % des carnivoren Planktons. Der gesamte Zooplanktonbestand wird für diesen Zeitraum auf 5,2 g Trockengewicht pro 100 m^3 geschätzt, der Scyphomedusen-Anteil hieran betrug 21 %.

Zu ähnlichen Ergebnissen führen Bestandsvergleiche für die zentrale Ostsee. Im September 1978 wurden hier (Stat. 179-365 in Abb. 6) im Mittel ca. 50 mg C_{org} Scyphomedusen pro m^2 gefangen (Tab. 7). Dies ist mit 0,6 g Trockengewicht oder 36 g Naßgewicht pro m^2 gleichzusetzen. Ein Vergleich bietet sich an mit den Daten von HERNROTH & ACKEFORS (1979), die 1968-1972 unter Verwendung von 90- μm -Netzen das Zooplankton untersuchten. Unter Ausschluß von Medusen und anderem Makroplankton errechneten sie für die Monate September und Oktober Biomassewerte von 13-28 ($\bar{x} = 24$) g Naßgewicht oder im Mittel 4 g Trockengewicht pro m^2 für ihre 7 Teilgebiete der zentralen Ostsee. Bei einer Zusammenfassung dieser beiden Werte macht das Trockengewicht des Scyphomedusenbestandes 13 % des gesamten Zooplanktons (4,6 g) aus.

5.2. WEGFRASS VON HERINGSLARVEN DURCH OHRENQUALLEN

Nahrungsuntersuchungen an Ohrenquallen wurden am 19.-24.5.1979, am 15.-16. und 26.-27.5.1980 durchgeführt. Alle Tiere stammen von einem Fangplatz in der Kieler Innenförde (nahe Stat. 26 in Abb. 4). Um ein unnatürliches Hineinpressen von Nahrungsorganismen in den Gastralraum zu vermeiden, wurden die Quallen einzeln mit einem Kescher gefangen. Während der ersten Untersuchungsperiode wurde die gesamte Nahrung analysiert, 1980 nur die Zahl aufgenommener Heringslarven bestimmt. Insgesamt wurden 5.873 Quallen von 6-50 mm Durchmesser untersucht (Tab. 42).

Tab. 42.

Basisdaten zur Nahrungsuntersuchung an Ohrenquallen der Kieler Förde 1979 und 1980

Datum	Probenintervall	Probenzahl	Anzahl Aurelia je Probe	Gesamtzahl der Aurelien	Längengruppen der untersuchten Quallen in mm						
					6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-50
19.-24. Mai 1979	unregelmäßig	20	57-226	2.742	112	1.005	1.404	221	0	0	0
15.-16. Mai 1980	stündlich	23	51-100	1.931	0	0	368	696	518	268	81
26.-27. Mai 1980	stündlich	24	50	1.200	0	0	0	0	0	0	1.200

Die Quallen wurden teils lebend, teils formalinfixiert untersucht. Die Lebenduntersuchung erfolgte im Mittel 0,5 h nach dem Fang. Von 40 Quallen, die unmittelbar nach dem Fang Heringslarven(reste) im Gastralraum aufwiesen, hatten 0,5 h später 6 (15 %) ihre Nahrung bis zur Unkenntlichkeit verdaut. Um vom Zählwert auf den tatsächlichen Mageninhalt zur Zeit des Fanges zu schließen, wurden daher alle Zählwerte lebend untersuchter Quallen um 18 % ergänzt.

Tab. 43.

Nahrungstiere im Gastralraum der Ohrenqualle aus der Kieler Innenförde im Mai 1979

Datum 1979	Beginn der Probenahme	Anzahl Quallen	Anzahl Nahrungstiere pro Qualle						
			Hydro-medusen	Polychaeten-larven	Cladoceren	Copepoden	Corophium sp.	Milben	Herings-larven
20.5.	4:10	106	0,02	0	0,10	0,83	0	0	0,87
	6:15	107	0,01	0	0,01	0,58	0	0	1,16
	11:00	78	0	0	0,04	0,04	0	0	0,36
21.5.	11:00	84	0	0	0,05	0,12	0	0	0,33
	18:45	117	0,03	0	0,10	0,72	0	0,01	0,29
22.5.	8:00	98	0,01	0	0	1,36	0,02	0	0,23
	11:00	123	0,03	0	0,05	1,51	0	0	0,47
	13:00	130	0,06	0,03	0,94	1,01	0	0	0,26
23.5.	15:00	118	0,05	0	0,44	1,43	0	0,01	0,21
Mittel		107	0,02	0	0,19	0,84	0	0	0,46

Während der Probennahme 1979 bestand die Aurelia-Nahrung vorwiegend aus Heringslarven, Copepoden und Cladoceren. Hydromedusen wurden in jeder fünfzigsten Ohrenqualle beobachtet. Polychaetenlarven, Benthoskrebse und eingewehte terrestrische Milben waren quantitativ nur von geringer Bedeutung (Tab. 43). Da Cladoceren und Copepoden im Plankton wesentlich häufiger auftraten als Heringslarven, von denen 3 Gruppen jedoch ähnliche Mengen aufgenommen wurden, kann eine selektive Nahrungsaufnahme nicht ausgeschlossen werden.

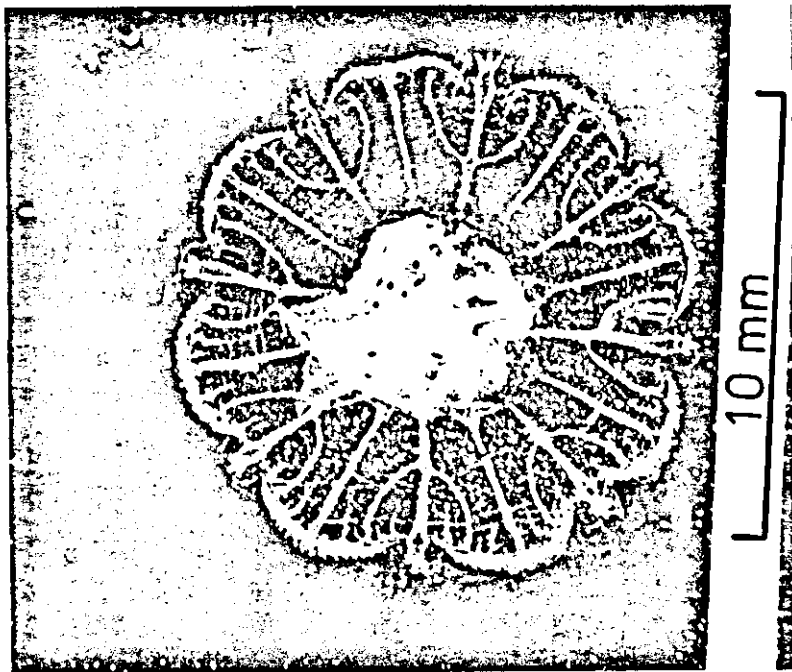


Abb. 44.

eine 12 mm im Durchmesser messende Ohrenqualle mit 10 Heringslarven im Gastralraum

Im Gastralraum einzelner Jungquallen von nur 12 mm Durchmesser wurden bis zu 10 Dottersacklarven (5-7 mm) gefunden (Abb. 44). In Medusen über 35 mm Größe wurden mehrfach mehr als 20 Larven gezählt. Ältere Larvenstadien wurden in wesentlich geringerer Zahl von den Quallen erbeutet. Beim Zusammentreffen von Herings- oder Sprottschwärmen und Quallenaggregationen in engen Hafenbecken wurde aber mehrfach beobachtet, wie erhebliche Mengen von bis zu 4 cm langen Fischen den Quallen zum Opfer fielen.

Die kleinste Aurelia, die eine Heringslarve gefressen hatte, maß 5 mm. Ihr Durchmesser lag damit um 1 mm unter der Länge der Heringsschollenlarve. Mit zunehmender Quallengröße scheint zwar nicht der Prozentsatz

satz der Quallen zuzunehmen, die Heringslarven gefressen hatten, wohl aber stieg die Anzahl der pro Qualle aufgenommenen Larven (Tab. 44).

Tab. 44.

Häufigkeit von Heringslarven im Gastralraum unterschiedlich großer Ohrenquallen

Datum	Durchmesser der Quallen in mm	Prozentsatz mit Heringslarven im Magen	Anzahl Herings- larven pro Qualle
19.-24.5.1979	6-10	13,3	0,13
	11-15	36,7	0,48
	16-20	35,0	0,48
	21-25	27,1	0,24
	Mittel	34,1	0,44
15.-16.5.1980	16-20	9,2	0,13
	21-25	8,9	0,14
	26-30	8,3	0,18
	31-35	11,2	0,19
	36-40	9,9	0,27
	Mittel	9,2	0,16

Im Tagesverlauf zeigten sich erhebliche Schwankungen der Larvenaufnahme. Eine Periodizität lassen die Werte in Tab. 45 und Abb. 45 jedoch nicht erkennen. Eine Freßpause legen die Jungquallen, falls überhaupt, nur in unregelmäßigen Zeitabständen ein. Am 22.5.1979 hatte um 19 Uhr jede der 182 untersuchten Aurelien von 11-20 mm Größe mindestens 1 Heringslarve im Gastralraum, eine Stunde später waren es nur noch 20 % (Tab. 46). Während der Untersuchungsperiode am 23.-24.5.1979 lag der Maximalwert von 1,1 Larven pro Qualle um 11 Uhr, während der 24-h-Fänge am 15.-16.5.1980 mit 0,87 um 17 Uhr und am 26.-27.5.1980 mit 13,52 Larven um 2 Uhr.

Tab. 45.

Fluktuationen in der Häufigkeit von Heringslarven im Gastralraum der Ohrenqualle in der Kieler Innenförde;
alle Angaben in Anzahl Larven pro Qualle

Beginn der Probennahme	Mai 1979						Mai 1980			
	19.	20.	21.	22.	23.	24.	15.	16.	26.	27.
0:00								0,05		9,58
1:00						0,04		0,02		11,64
2:00								0,03		13,52
3:00								0		6,42
4:00		0,87						0,01		11,52
5:00						0,89		0,03		4,44
6:00		1,16						0		1,28
7:00						0,50		0,02		0,78
8:00				0,23				0		0,10
9:00						0,27		0,03		0,08
10:00								0		0,06
11:00		0,36	0,33	0,47		1,13		0,02		0,10
12:00										0,02
13:00				0,26		0,39		0		0
14:00								0		0,08
15:00					0,21		0,53			0,02
16:00							0,46			0
17:00					0,12		0,87			0
18:00							0,42			0
19:00	1,26		0,29	1,09	0,09		0,24			0
20:00							0,35			0
21:00							0,06			0
22:00							0,11		0,24	
23:00					0,23		0,09		1,86	

Vermutlich hängt die Dynamik der Larvenaufnahme wesentlich von der Larvendichte ab, die ihrerseits erheblichen Fluktuationen unterliegt. Vergleichende Untersuchungen zur kleinräumigen Larven- und Quallenverteilung während der Zeit der Nahrungsuntersuchungen liegen nicht vor. Eine Berechnung der täglichen Wegfraßraten von Dottersacklarven durch Quallen kann daher nur grobe Schätzwerte ergeben.

Im Mittel aller im Mai 1979 untersuchten Tiere wurden 0,44 Heringslarven pro Qualle gefunden, Mitte Mai 1980 waren es 0,16 (Tab. 44) und Ende Mai 1980 4,43 Stück. Zur Bestimmung der Verdauungsgeschwindigkeit wurden 20 Aurelien von 11-20 mm Durchmesser in Versuchsaquarien mit je 1 Heringslarve gefüttert. Die Wassertemperatur betrug 10-12 °C und entsprach damit der natürlichen Temperatur in der Kieler Förde (19.-25.5.1979: 11,2-12,4 °C). Nach 3,5-9,5 Stunden waren die Larven bis zur Unkenntlichkeit verdaut. Die mittlere Verdauungszeit lag bei 5 Stunden. Bei einer geschätzten Aktivitätsdauer von 18 Stunden täglich berechnet sich daher der Wegfraß pro Tag als

Tab. 46.

Wegfraß von Heringslarven durch die Ohrenqualle (11-20 mm) in Abhängigkeit von der Tageszeit

Datum 1979	Beginn der Probennahme	Anzahl Aurelia	% Aurelia mit Heringslarven	Heringslarven pro Aurelia
19.5.	19:00	226	77,9	1,26
20.5.	4:00	116	52,6	0,87
	6:15	107	68,8	1,16
	11:00	78	35,4	0,36
21.5.	11:00	84	26,0	0,33
	18:45	117	18,6	0,29
22.5.	8:00	98	23,5	0,23
	11:00	123	47,7	0,47
	13:00	130	26,6	0,26
	19:00	182	100,0	1,09
23.5.	15:00	118	20,1	0,21
	17:00	114	11,3	0,12
	19:00	75	7,2	0,09
	21:00	32	3,3	0,03
	23:00	170	17,8	0,23
24.5.	1:00	130	4,1	0,04
	5:00	125	47,5	0,89
	7:00	93	33,7	0,50
	9:00	144	23,2	0,27
	11:00	57	58,8	1,13
	13:00	90	26,4	0,39

$$\frac{18}{5} \times (\text{Anzahl Larven im Gastralraum})$$

Demnach kann während der 3 Untersuchungsperioden von täglich 1,6, 0,6 und 15,9 pro Qualle weggefressenen Heringslarven ausgegangen werden.

n Larven pro Qualle

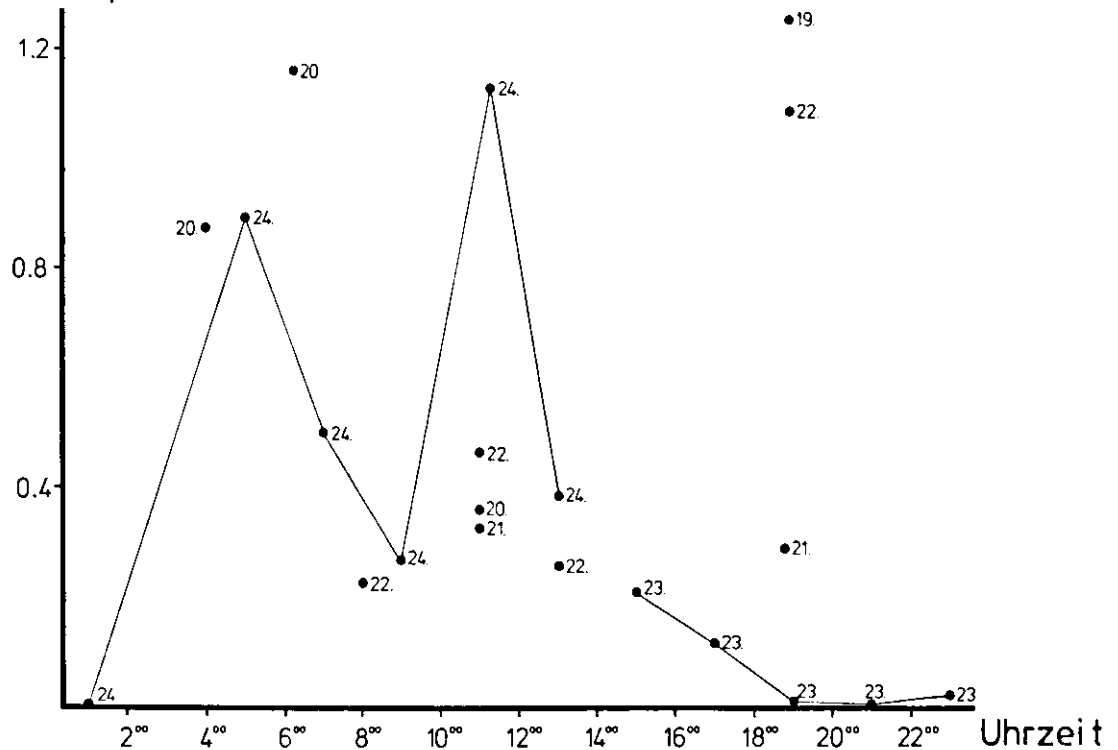


Abb. 45.

Tagesgang des Heringslarvenfanges von Ohrenquallen in der Innenförde an verschiedenen Tagen im Mai 1979;
die Striche verbinden Daten der 24-h-Fischerei am 23.-24.6.1979

Auch wenn die hier ermittelten täglichen Wegfraßraten mangels ausreichenden Datenmaterials nur mit Vorsicht zu betrachten sind, so lassen sie doch vermuten, daß die Larvensterblichkeit durch Qual-
lenfraß zeitweise einen erheblichen Anteil an der natürlichen Mortali-
tät hat. Im Mittel der 5 Serienfahrten vom 16.5. bis zum 11.6.1979
lag die mittlere Larvendichte in der Kieler Förde bei 1,71 pro m³
(Tab. 47), die Häufigkeit der Ohrenquallen >6 mm bei 0,08 pro m³
(berechnet nach Fangprotokollen). Falls die am 19.-24. Mai des Jahres
nahe Stat. 26 ermittelte Wegfraßrate von 1,6 auf die gesamte Kieler
Förde und die Zeit vom 16.5.-11.6. übertragbar wäre, so wären dort

täglich 7,5 % des Dottersacklarvenbestandes von den Ohrenquallen gefressen worden.

1979 war ein Jahr mit relativ hoher Larvendichte und wenigen Ohrenquallen im Plankton (Tab. 47). Es ist daher zu vermuten, daß in anderen Jahren der Larvenverlust durch Wegfraß noch höhere Werte erreicht.

5.3. KORRELATIONEN IM AUFTRETEN ZWISCHEN OHRENQUALLEN UND HERINGS- LARVEN

Falls das Auftreten von Ohrenquallen im Plankton zu einer signifikanten Beeinträchtigung der Heringslarvenpopulationen führt, müßte sich dieser Effekt auf dreierlei Weise nachweisen lassen:

- (1) Während einzelner Serienfahrten sollten auf Stationen mit relativ hohem Quallenvorkommen relativ niedrige Larvenzahlen auftreten.
- (2) Beim Vergleich aller Serienfahrten eines Jahres sollten an Tagen mit relativ hohem Quallenvorkommen relativ niedrige Larvenzahlen auftreten.
- (3) In Jahren mit relativ hohen Quallenvorkommen sollten niedrige Larvenzahlen auftreten.

Diese Beziehungen werden im folgenden überprüft.

Relationen Quallen/Heringslarven auf einzelnen Serienfahrten

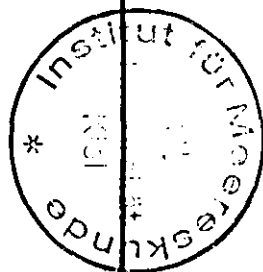
In Tab. 47 sind alle Serienfahrten in der Kieler Förde aufgelistet, während derer im Mittel aller Stationen mehr als 1 Heringslarve (5-7 mm) pro 100 m³ gefischt wurde. Für jede einzelne Serie wurden auf allen 26 Stationen die Zahl der Heringslarven mit dem Aurelia-Lebendvolumen korreliert (Rangkorrelation nach SPEARMAN).

Negative Korrelationen zwischen diesen beiden Parametern wurden in 12 Fällen ermittelt, dabei betrug der Vertrauensbereich fünfmal 99 %, zweimal 95 % und viermal 90 %. An allen Terminen, während derer im Mittel aller Stationen mehr als 6 Heringslarven und gleich-

Tab. 47.

Häufigkeiten von Heringslarven (5-7 mm) und Ohrenquallen im Plankton der Kieler Förde im Mittel von 26 Stationen und Rangkorrelationskoeffizienten (nach SPEARMAN) zwischen diesen beiden Größen

Datum	Heringslarven pro 100 m ³ (Anzahl)	Aurelia pro 100 m ³ (ml Lebend- volumen)	Korrelations- koeffizient	Vertrauensbereich für negative Korrelationen
27.4.1978	13,6	1,2	0,16	-
9.5.1978	32,2	1,2	0,21	-
17.5.1978	39,1	9,8	-0,14	-
25.5.1978	111,1	38,8	-0,41	95 %
31.5.1978	36,5	1.273,0	-0,51	99 %
8.6.1978	9,2	524,0	-0,70	99 %
14.6.1978	11,3	443,7	-0,53	99 %
22.6.1978	1,4	976,7	0,04	-
Mittel 1978	31,8	408,5		
9.5.1979	2,4	0,1	0,13	-
16.5.1979	80,5	0,2	-0,05	-
23.5.1979	482,2	0,9	0,10	-
31.5.1979	240,7	2,6	0,24	-
6.6.1979	19,3	87,2	0,01	-
11.6.1979	29,7	182,0	-0,42	95 %
20.6.1979	9,3	22,8	-0,03	-
27.6.1979	5,4	609,3	-0,57	99 %
Mittel 1979	108,7	113,1		
8.5.1980	37,6	24,4	-0,28	90 %
14.5.1980	(146,0)	(27,9)	-	
21.5.1980	16,6	72,0	-0,59	99 %
28.5.1980	11,1	1.297,4	-0,42	95 %
4.6.1980	7,2	510,7	-0,33	90 %
11.6.1980	4,1	4.163,3	-0,29	90 %
Mittel 1980	37,1	1.015,9		
23.4.1981	22,3	1,3	0,45	-
29.4.1981	43,2	4,8	0,33	-
5.5.1981	24,7	1,6	0,35	-
13.5.1981	54,9	23,3	-0,12	-
20.5.1981	409,3	28,6	-0,16	-
1.6.1981	147,0	81,0	-0,30	90 %
10.6.1981	5,8	987,2	-0,13	-
19.6.1981	1,3	77,5	-0,03	-
Mittel 1981	88,6	150,7		



zeitig mehr als 90 ml Aurelia-Volumen pro 100 m³ auftraten (31.5. 1978, 8.6.1978, 14.6.1978, 11.6.1979, 28.5.1980, 4.6.1980), lagen negative Korrelationen auf den Stationsreihen vor.

Es ist daher zu vermuten, daß das Massenaufreten von Ohrenquallen lokal zu einer Verringerung der Heringslarvenpopulation führt. Diese Beziehung läßt sich statistisch nur erfassen, wenn von beiden Gruppen Mindestmengen im Plankton vorhanden sind.

Relationen Quallen/Heringslarven im Verlaufe einzelner Jahre

In Abb. 46 werden die Entwicklungen von Aurelia-Biomasse und Heringslarvenzahl in den Frühsommern 1978-1981 einander gegenübergestellt.

Während aller vier Jahre sank die Zahl der Dottersacklarven im Plankton mit Anstieg der Quallen-Biomasse drastisch ab. Das Über-

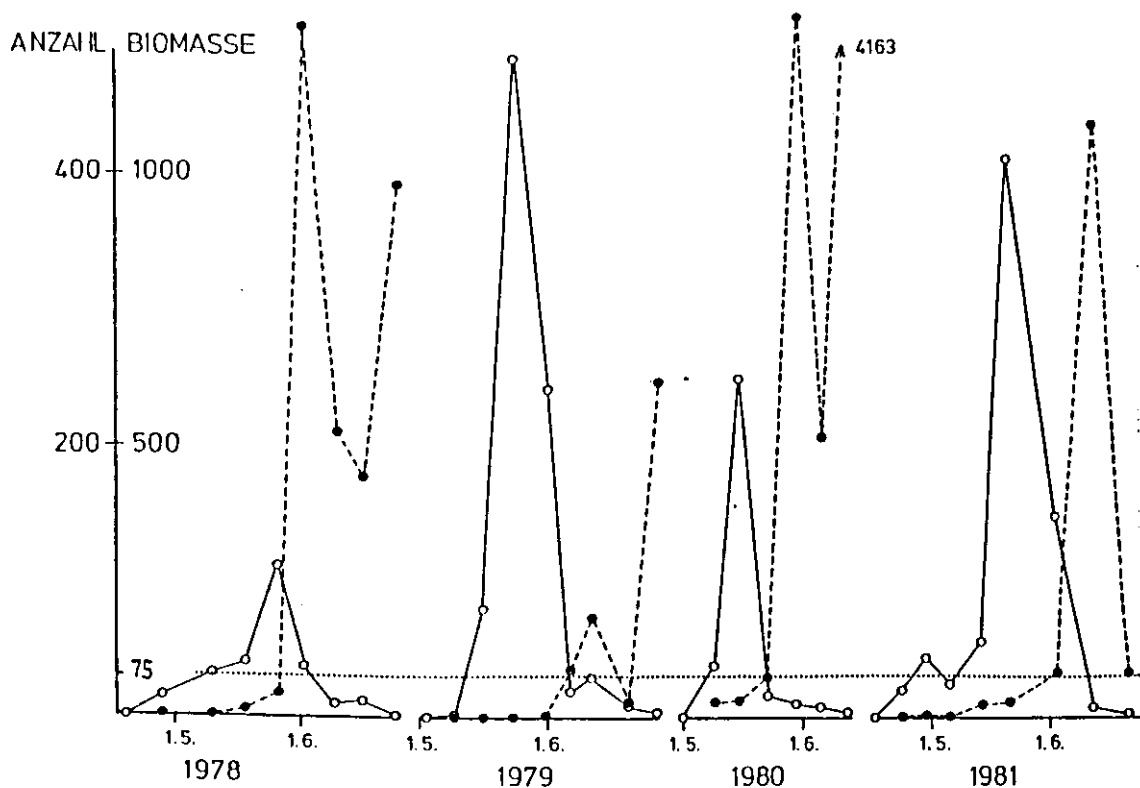


Abb. 46.

Anzahl der Heringslarven (5-7 mm, durchgezogene Linie) und Biomasse der Ohrenquallen in ml pro 100 m³ im Mittel aller 26 Stationen in der Kieler Förde während der Hauptaufwuchszeiten der Dottersacklarven 1978-1981

schreiten eines Grenzwertes von ca. 75 ml pro 100 m³ war in allen Fällen gekoppelt mit einem Rückgang der Heringslarvenzahl von mehr als 50 %. Dieser Zeitpunkt wurde 1981 ca. fünf Wochen, 1978 und 1979 ca. vier Wochen und 1980 bereits ca. zwei Wochen nach Schlupfbeginn erreicht.

Es ist nicht auszuschließen, aber wenig wahrscheinlich, daß diese gegenläufigen Bestandsentwicklungen völlig unabhängig voneinander gesteuert werden. Die Vermutung liegt nahe, daß der Rückgang der Larvenzahlen zumindest teilweise auf vermehrten Wegfraß durch Quallen zurückzuführen ist.

Relationen Quallen/Heringslarven im Vergleich mehrerer Jahre

In Tab. 47 sind die mittleren Häufigkeiten der Heringslarven und der Biomassen der Ohrenquallen für die Jahre 1978-1981 aufgeführt. Berücksichtigt wurden wiederum nur Termine, an denen mehr als 1 Heringslarve (5-7 mm) pro 100 m³ gefangen wurde. Die Daten dieser Tabelle sind Grundlage für Abb. 47.

Die meisten Heringslarven traten 1979 auf. Im Jahr 1981 wurden nur 81 %, 1980 35 % und 1978 29 % dieses Basiswertes gefangen. In den beiden Jahren mit den größten Larvenhäufigkeiten waren im Plankton die geringsten Quallenmengen anzutreffen: 1979 nur 11 % und 1981 nur 15 % des Maximalwertes aus dem Jahr 1980. Die mittleren Häufigkeiten beider Bestände verhielten sich demnach ganz offensichtlich gegenläufig.

Die Vermutung, daß die Heringslarvenhäufigkeiten in der Kieler Förde vorwiegend durch die Größe der Quallenbestände gesteuert werden, ließe sich durch den Nachweis absichern, daß die negative Korrelation zwischen Quallen- und Heringslarven enger als die positive Korrelation zwischen Heringslarven und den entsprechenden Laichheringsbeständen ist.

Leider liegen keine abgesicherten Werte über die Mengen der 1978-1981 in der Kieler Förde abgelaichten Heringe vor. Anhaltspunkte geben jedoch Daten der Fischverwertung Kieler Förde über die im April - dem Hauptlaichmonat - der jeweiligen Jahre angelandeten Heringe aus der Stellnetzfisherei. Unter ausschließlicher Berücksichtigung der an der Kieler Förde beheimateten Kutter und der Fang-

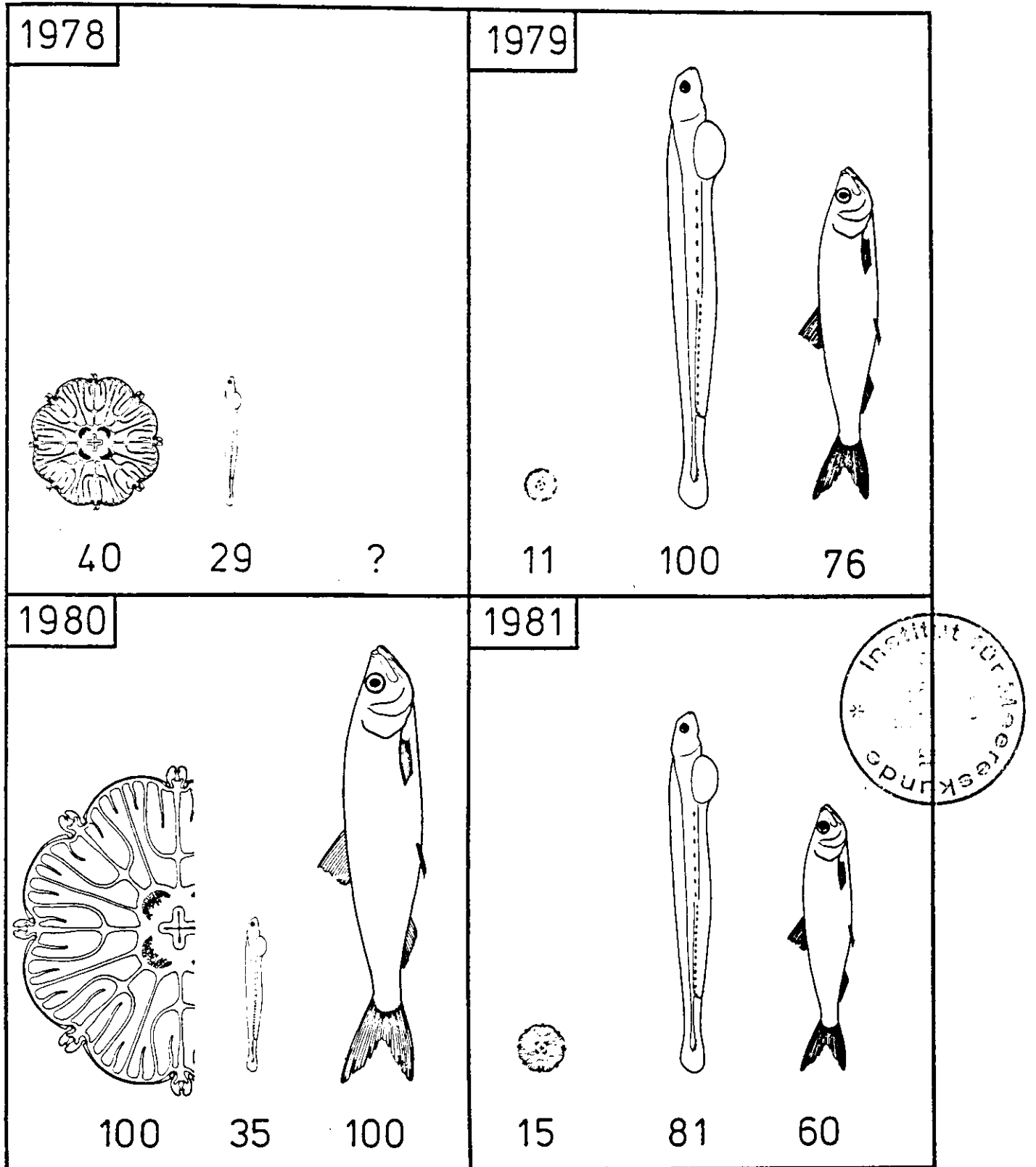


Abb. 47.

relative Häufigkeiten von Ohrenquallen und Heringslarven im Plankton der Kieler Förde 1978-1981 und Heringsanlandungen am Kieler Seefischmarkt 1979-1981

Heringslarven: jährliche Mittelwerte aller Serienfahrten mit mehr als 1 Larve (5-7 mm) pro 100 m³ im Mittel aller 26 Stationen

Ohrenquallen: mittlere Quallenvolumina auf den entsprechenden Stationen

Heringe: Anlandungen der Größenklassen I und II im April von an der Kieler Förde beheimateten Stellnetzfishern

erträge der Gewichtsklassen I und II wurden 1981 48.700 kg, 1980 80.800 kg und 1979 61.700 kg angelandet. Keine Daten liegen für das Jahr 1978 vor. Diese Werte lassen keine Beziehung zwischen Heringslarvenhäufigkeit und Laichheringsanlandungen erkennen. Da die Fangstatistiken aber keine ausreichenden Informationen über den Fangaufwand enthalten und da nicht mit Sicherheit geklärt ist, ob alle Stellnetzfänge in der Kieler Förde durchgeführt wurden, bleibt der Rückschluß von diesen Anlandedaten auf den lokalen Heringslaichbestand mit erheblichen Unsicherheitsfaktoren belastet.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Das Massenauftreten von Scyphomedusen führt in zahlreichen Küstenregionen zeitweise zu erheblichen Behinderungen von Fischerei und Meerestechnik (Tab. 1). Seit längerem besteht ferner der Verdacht, daß diese räuberisch lebenden Planktontiere lokal negative Effekte auf die Bestandsentwicklungen von Fischen und ihren Nährtieren haben.

Mit einer Untersuchung der Ohrenqualle *Aurelia aurita* in der Kieler Bucht wird hier ein Beitrag zur bislang nur wenig bekannten Populationsdynamik der Scyphomedusen vorgelegt. Die Art ist in Küstengewässern zwischen 70 °N und 70 °S fast weltweit verbreitet (Abb. 32). Die Kieler Bucht stellt innerhalb von Nord- und Ostsee eines der Hauptproduktionsgebiete dar (Tab. 7, Abb. 10). Das Vorliegen langfristiger hydrographischer Daten und umfangreicher Bestandserfassungen aller wichtigen Planktongruppen aus diesem Gebiet bietet gute Voraussetzungen für eine Diskussion von Wechselbeziehungen zwischen Hydrographie, Quallenvorkommen und der Entwicklung anderer Planktonbestände.

Neben der Auswertung zahlreicher Literaturdaten bilden drei Proben-serien den Kern dieser Arbeit:

- (1) Als Momentaufnahme wurde im Sommer 1978 die großräumige Verteilung des Plankton >0,5 mm in Nord- und Ostsee untersucht (Abb. 6, 9-15).
- (2) Entlang der Küste der Kieler Bucht wurde 1976-1977 bei monatlicher Probennahme die Entwicklung der Quallenbiomasse im Jahresverlauf bestimmt (Abb. 2).
- (3) Wöchentliche Proben-serien aus der Kieler Förde 1978-1979 sind die Grundlage für Wachstumsberechnungen an der Ohrenqualle. Sie wurden 1980 und 1981 jeweils während der Aufwuchsphasen der lokalen Heringslarvenpopulationen fortgesetzt (Abb. 3, 4).

Zu einer Reihe von Fragestellungen zur Biologie der Ohrenqualle wurden Daten erarbeitet:

Windabhängigkeit des Auftretens:

Ablandige Winde, in deren Gefolge mit Auftriebserscheinungen in Küstennähe zu rechnen ist, führen lokal zu vermehrtem Auftreten

von *Aurelia aurita* und der Rippenqualle *Pleurobrachia pileus* (Abb. 34).

tagesperiodische Wanderungen:

Gegen Mittag und Mitternacht steigen Ohrenquallen in oberflächennahe Wasserschichten empor. Sie sinken zur Zeit von Morgen- und Abenddämmerung dann wieder ab (Abb. 36, 37).

Wachstum:

Das Wachstum der Ohrenqualle ist gekennzeichnet durch Stagnation bis zum März und einen steilen Anstieg im Frühsommer. Im Mittel der Jahre 1978 und 1979 stieg der mittlere Quallendurchmesser von 2 mm im Januar-März auf 5 mm im April, 10 mm im Mai, 61 mm im Juni, 146 mm im Juli und 192 mm im Juli an (Tab. 38). Das mittlere Gewicht entwickelte sich 1978 von 0,06 g im Mai auf 23 g im Juni und 308 g im Juli. Die Wachstumsverläufe für 1978 und 1979 unterschieden sich vor allem durch die Zeitpunkte des Wachstumsbeginns (Abb. 38). Im Spätsommer setzt eine Reduktion des Körperdurchmessers ein, die von August auf September 20 % ausmacht.

Bestandsentwicklung:

Zur Zeit der Jahreswende ist ein erster Anstieg der Ephyrenzahl im Plankton zu beobachten, die größten Mengen werden jedoch im April und Mai produziert (Tab. 10, 35). Im Mittel der Jahre 1976-1979 stieg die Biomasse der Ohrenquallen von 0 ml pro 100 m³ im April auf 70 ml im Mai, 850 ml im Juni und 2.530 ml im Juli. Ein merklicher Bestandsrückgang setzte erst im Oktober ein (Tab. 38). Da die Nachwuchsproduktion von Juli bis September nur gering ist (Tab. 35) und die Anzahl adulter Medusen in diesem Zeitraum dennoch nicht nachweisbar zurückgeht (Tab. 38), kann von einer sehr geringen Sterblichkeit ausgegangen werden. Da außerdem die Medusengeneration im Winter vollständig abstirbt, ist die maximale Bestandsdichte annähernd mit der Gesamtproduktion des jeweiligen Jahres gleichzusetzen.

Todesursachen:

Als Todesursachen werden Alterstod, Verhungern und Schadwirkung des parasitischen Amphipoden *Hyperia galba* diskutiert. Der Parasit ist erst mit Eintritt der Geschlechtsreife der Quallen anzutreffen (Abb. 41). Seine Massenentwicklung fällt zeitlich zusammen mit der Degenerationsphase seines Wirtstieres (Tab. 39). Ausgehend von Fütterungsversuchen (FRASER 1969) und Energiebedarfsbestimmungen (KERSTAN 1977) wurde der Nahrungsbedarf des Ohrenquallenbestandes in der Kieler Bucht während der Sommermonate berechnet. Es ergeben sich Hinweise dafür, daß er durch das gleichzeitig vorhandene übrige Zooplankton nicht gedeckt werden kann (Tab. 40).

Durch Umrechnungen umfangreichen Datenmaterials von HILLEBRANDT (1972), LOHMANN (1908), MARTENS (1975), SCHNACK (1975, 1978) und SMETACEK (1975) wurden, unter Einbeziehung von Originaldaten, die Bestandsentwicklungen von mehr als 40 Planktongruppen der Kieler Bucht im Jahresverlauf ermittelt (Tab. 9-20) und diskutiert. Bestimmungen oder Schätzungen der Individualgewichte (Tab. 5, 6) ermöglichen eine zusammenfassende Darstellung der saisonalen Fluktuationen von Trockengewicht und Gehalt an organischem Kohlenstoff der wichtigsten Planktongruppen in der Kieler Bucht.

Der Maximalbestand des Gesamtzooplanktons liegt mit $64 \text{ mg } C_{\text{org}} \text{ m}^{-3}$ im September, der Anteil der Quallen hieran beträgt 67 %. Der Minimalwert wird mit $3 \text{ mg } C_{\text{org}} \text{ m}^{-3}$ im Januar erreicht (Tab. 41).

Die Hauptentwicklungszeit des Phytoplanktons liegt zwischen März und Oktober (Tab. 9). Einer Serie von Frühjahrsblüten folgen ein kurzfristiger Bestandsrückgang auf unter $3 \text{ mg } C \text{ m}^{-2}$ im Juni und ein Anstieg auf mehr als 4 mg im Zeitraum Juli-Oktober (SMETACEK 1975). Als Erklärung der Bestandsminderung im Frühsommer bietet sich neben einem Nährstoffverbrauch der Wegfraß durch die herbivoren Copepoden an. Diese erreichen mit $2,6 \text{ mg } C_{\text{org}} \text{ m}^{-3}$ im Mai ihr Bestandsmaximum. Ihr bereits im Juni wieder einsetzender, anhaltender Bestandsrückgang ist allein mit Nahrungsmangel nicht zu erklären, da der Phytoplanktonbestand während des Hochsommers seine Höchstwerte erreicht. Der Eintritt der Hauptwachstumsphase von *Aurelia aurita* im Juni und Juli legt die Vermutung nahe, daß die sommerliche Bestandsverminderung der Copepoden vorwiegend auf Wegfraß zurückzuführen ist (Abb.

43). Ähnliche Beobachtungen im Zusammenhang mit dem Massenauftreten von Ctenophoren wurden auch in anderen Küstengebieten gemacht (BURREL & ENGEL 1976, FRASER 1962, HULSIZER 1976).

Ohrenquallen wären demnach bedeutende Nahrungskonkurrenten von Fischbrut und planktonfressenden adulten Fischen.

Die Verbreitung von planktonischen Fischeiern und -larven während der Jahre 1976-1977 in der Kieler Bucht wird in Abb. 21-24 dargestellt. Die Daten liefern zahlreiche Hinweise auf die Lage von Hauptlaichgebieten und auf das saisonale Auftreten einzelner Arten (Abb. 25).

Bezogen auf die Gesamtbiomasse des Zooplanktons bleibt die Bedeutung des Ichthyoplanktons gering. Sie wird von der der nachts ins freie Wasser aufsteigenden Hyperbenthos-Crustaceen übertroffen (Tab. 41). Umfangreiche Untersuchungen über die Tagesperiodizität der Vertikalwanderungen des Hyperbenthos (Tab. 17-19) bilden die Grundlage für Abschätzungen zur mittleren täglichen Häufigkeit dieser Tiere im Plankton (Tab. 20).

Nahrungsuntersuchungen an 5.800 jungen Ohrenquallen ergaben, daß diese zeitweise erhebliche Mengen an Heringslarven wegfressen (Abb. 44, 46). Es wurden fast ausschließlich Dottersackstadien aufgenommen, die Zahl der Larven pro Qualle stieg mit zunehmender Größe der Quallen an (Tab. 44). Eine Tagesperiodizität der Larvenaufnahme ließ sich nicht nachweisen (Tab. 45, 46). Im Mittel der drei Untersuchungsperioden im Mai 1979 und 1980 waren täglich pro Qualle zwischen 0,6 und 16 Heringslarven gefressen worden. Nach einer sehr vorsichtigen Schätzung könnte die tägliche Wegfraßrate im Mai 1979 in der Größenordnung von 7,5 % gelegen haben.

Drei Befunde erhärten den Verdacht, daß das Überleben der lokalen Heringslarvenpopulation wesentlich von der Größe des gleichzeitig vorhandenen Quallenbestandes abhängig ist:

- (1) Beim Vergleich einzelner Stationen einer Serie wurden relativ wenig Heringslarven auf Stationen mit hohem Quallenvorkommen beobachtet. Diese negative Beziehung läßt sich statistisch absichern, wenn die mittlere Häufigkeit beider Tiergruppen Minimalwerte überschreiten.

- (2) Während jeden Jahres zwischen 1978 und 1981 ging der Heringslarvenbestand um mehr als 50 % zurück, sobald die Quallenbiomasse einen Wert von ca. 75 ml pro 100 m³ überschritt (Abb. 46).
- (3) Die mittleren Häufigkeiten von Dottersacklarven und Quallen verhielten sich in den Jahren 1978-1981 offensichtlich gegenläufig. Die geringsten Larvenmengen wurden während der beiden Jahre mit den größten Quallenmengen beobachtet (Abb. 47).

7. LITERATUR

- AGASSIZ, L.; 1862: Contributions to the natural history of the United States of America 4, 1-380.
- AGASSIZ, L.; 1865: North American acalephae. Mem.Mus.comp.Zool.Harvard Coll. 1(2).
- ALDERDICE, D.F.; FORRESTER, G.R.; 1968: Some effects of salinity and temperature on early development and survival of the English sole (*Parophrys vetulus*). J.Fish.Res.Bd Can. 25, 495-521.
- ARNTZ, W.E.; 1971: Biomasse und Produktion des Makrobenthos in den tieferen Teilen der Kieler Bucht. Kieler Meeresforsch. 27, 36-72.
- AURIVILLIUS, C.W.; 1898: Vergleichende thiergeographische Untersuchungen über die Plankton-Fauna des Skagerraks in den Jahren 1893-1897. K.Svenska Vet. Akad.Handl. 1898, 1-426.
- BABENERD, B.; 1981: Untersuchungen zur Produktionsbiologie des Planktons in der Kieler Bucht mit einer Auswertung der monatlichen Terminfahrten aus den Jahren 1957-1975. Dissertation, Kiel.
- BANSE, K.; 1959: Die Vertikalverteilung planktischer Copepoden in der Kieler Bucht. Ber.dt.wiss.Kommission Meeresforsch. 15, 357-390.
- BERNT, I.D.; 1967: The influence of the medusa, *Tima bairdii*, on the deep sea prawn fishery in the Skagerrack in 1966-1967. Int.Counc.Explor.Sea, C.M./K:2.
- BIGELOW, H.B.; 1920: Medusae and ctenophores from the Canadian Arctic Expedition, 1913-18. Rep.Canad.Arct.Exped. 8(H).
- BIGELOW, H.B.; 1938: Plankton of the Bermuda oceanographic expeditions. VIII. Medusae taken during the years 1929 and 1930. Zoologica 23, 99-189.
- BLAXTER, J.H. (ed.); 1974: The early life history of fish. Berlin: Springer, 765 S.
- BODUNGEN, B. von; 1975: Der Jahresgang der Nährsalze und der Primärproduktion in der Kieler Bucht unter Berücksichtigung der Hydrographie. Dissertation, Kiel.
- BRAUM, E.; 1973: Einflüsse chronischen Sauerstoffmangels auf die Embryogenese des Herings (*Clupea harengus*). Neth.J.Sea Res. 7, 363-375.
- BRAUNS, A.; 1942: Die Häufigkeit und vertikale Verteilung der Ceratien und Copepoden im Fehmarnbelt Juli-August 1937. Kieler Meeresforsch. 4, 70-84.
- BRÖCKEL, K. von; 1975: Der Energiefluß im pelagischen Ökosystem vor Boknis Eck (westl. Ostsee). Dissertation, Kiel.
- BROWNE, E.T.; 1901: Variation in *Aurelia aurita*. Biometrika 1, 90-108.
- BURRELL, V.G.; ENGEL, W.A. von; 1976: Predation by and distribution of a ctenophore, *Mnemiopsis leydigii* A. Agassiz, in the York River estuary. Estuar. coast.mar.Sci. 4, 235-242.

- CHILD, C.M.; 1951: Physiological dominance in the reconstitution of the scyphistoma of Aurelia. *Physiol.Zool.* 24, 177-185.
- COLTON, B.J.; 1959: A field observation of mortality of marine fish larvae due to warming. *Limnol.Oceanogr.* 4, 219-222.
- CUSHING, D.H.; HUMPHREY, G.F.; BANSE, K.; LAEVASTU, K.; 1958: Report of the committee on terms and equivalents. *Rapp.P.-v.Réun.Cons.int.Explor.Mer* 144, 15-16.
- DAHL, E.; 1959: The hyperiid amphipod, *Hyperia galba*, a true ecto-parasite on jelly-fish. *Univ.Bergen Arbok, nat.Rekke* 9, 1-8.
- DAVIDSON, V.M.; HUNTSMAN, A.G.; 1926: The causation of diatom maxima. *Trans. R.Soc.Can.*, ser. 5, 20, 119-125.
- DELAP, M.J.; 1907: Notes on the rearing, in an aquarium, of *Aurelia aurita* L. and *Pelagia perla* (Slabber). *Rep.Sea Inld Fish.Ireland 1905* (II), 160-164.
- EHRENBAUM, E.; 1908: Eier und Larven von Fischen des nordischen Planktons. Kiel: Lipsius & Tischer, 413 S.
- EHRENBERG, C.G.; 1837: Über die Akalephen des Rothen Meeres und den Organismus der Medusen der Ostsee. *Abh.preuß.Akad.Wiss.Berlin* 1835, 181-260.
- EIMER, T.; 1878: Die Medusen, physiologisch und morphologisch auf ihr Nervensystem untersucht. Tübingen: Lauppsche Buchhandlung, 277 S.
- FRASER, C.M.; 1938: The relation of the marine fauna to the physiography of the west coast of the Charlotte Islands. *Canad.Field Nat.* 52, 88-93.
- FRASER, J.H.; 1950: Plankton investigations from Scottish research vessels. *Ann.biol.Copenh.* 6, 91-99.
- FRASER, J.H.; 1962: The role of ctenophores and salps in zooplankton productivity and standing crop. *Rapp.P.-v.Réun.Cons.int.Explor.Mer* 153, 121-123.
- FRASER, J.H.; 1969: Experimental feeding of some medusae and chaetognaths. *J.Fish.Res.Bd Can.* 26, 1743-1762.
- GOTTO, R.U.; 1951: Some plankton records from Strangford Lough, Co. Down. *Irish nat.J.* 10, 162-164.
- GRAVELY, F.H.; 1941: Shells and other animal remains, found on the Madras beach. I. Groups other than snails. *Bull.Madras Govt Mus.nat.Hist.* 5, 1-112.
- GREVE, W.; 1972: Ökologische Untersuchungen an *Pleurobrachia pileus*. 2. Laboratoriumsuntersuchungen. *Helgol.wiss.Meeresunters.* 23, 141-164.
- GUDGER, E.W.; 1942: Some ctenophore fish-catchers. *Sci.monthly* 57, 73-76.
- HAMNER, W.M.; JENSSEN, R.M.; 1974: Growth, degrowth, and irreversible cell differentiation in *Aurelia aurita*. *Amer.Zool.* 14, 833-849.
- HARGITT, C.W.; 1902: Notes on a few medusae new to Woods Hole. *Biol.Bull. Woods Hole* 4, 13-20.
- HAY, S.J.; ADAMS, J.A.; 1975: The distribution and abundance of scyphomedusae in the northern North Sea during summer months. *Int.Counc.Explor.Sea, C.M./L:23*.

- HAY, S.J.; ADAMS, J.A.; HISLOP, J.R.; 1976: The distribution and abundance of scyphomedusae in the North Sea during the summer of 1975. Int.Counc.Explor.Sea, C.M./L:27.
- HAY, S.J.; HISLOP, J.R.; 1977: The distribution and abundance of scyphomedusae in the North Sea during the summer of 1976. Int.Counc.Explor.Sea, C.M./L:15.
- HAY, S.J.; HISLOP, J.R.; 1978: The distribution and abundance of scyphomedusae in the North Sea during the summer of 1977. Int.Counc.Explor.Sea, C.M./L:35.
- HAY, S.J.; HISLOP, J.R.; 1979: The distribution and abundance of scyphomedusae in the North Sea during the summer of 1978. Int.Counc.Explor.Sea, C.M./L:35.
- HAY, S.J.; HISLOP, J.R.; 1980: The distribution and abundance of scyphomedusae in the North Sea during the summer of 1979. Int.Counc.Explor.Sea, C.M./L:25.
- HEDGPETH, J.W.; 1954: Scyphozoa (Gulf of Mexico, its origin, wastes, and marine life). Fish.Bull.U.S. 55, 277-278.
- HELA, I.; 1951: On the occurrence of the jellyfish, *Aurelia aurita* L., on the south coast of Finland. Suomal.eläinjal. kasvit.Seur.van Tiedon. 6, 71-78.
- HEMPEL, G.; 1974: Summing-up of the symposium on the early life history of fish. Berlin: Springer, 755-759.
- HERNROTH, L.; ACKEFORS, H.; 1979: The zooplankton of the Baltic proper. Fish.Bd Sweden, Inst.mar.Res.Rep. 2, 60 S.
- HILLEBRANDT, M.; 1972: Untersuchungen über die qualitative und quantitative Zusammensetzung des Zooplanktons in der Kieler Bucht während der Jahre 1966-1968. Dissertation, Kiel.
- HOLLOWDAY, E.D.; 1951: Planula, hydratuba and ephyra stages of the common jellyfish. Microscope 8, 193-198.
- HÜSING, J.O.; 1956: Zur Frage der Ernährung der Ohrenqualle *Aurelia aurita* L. (Scyphozoa, Semeostomae). Wiss.Z.Univ.Halle, nat.nat. 5, 479-482.
- HULSIZER, E.E.; 1976: Zooplankton of lower Narragansett Bay, 1972-1973. Chesapeake Sci. 17, 260-270.
- IRVIN, D.N.; 1974: Temperature tolerance of early developmental stages of Dover sole, *Solea solea* (L.). In: BLAXTER, J.H. (ed.): "The early life history of fish." Berlin: Springer, 449-463.
- JENSEN, A.J.; 1950: Amount and growth of herring fry in the Danish waters. Rep.Dan.biol.Stat. 51, 19-48.
- JOHANNESSEN, A.; 1980: Predation on herring (*Clupea harengus*) eggs and young larvae. Int.Counc.Explor.Sea, C.M./H:33.
- KÄNDLER, R.; 1950: Jahreszeitliches Vorkommen und unperiodisches Auftreten von Fischbrut, Medusen und Decapodenlarven im Fehmarnbelt in den Jahren 1934-1943. Ber.dt.wiss.Kommn Meeresforsch. 12, 49-85.
- KÄNDLER, R.; 1954: Über das Laichen der Makrele in der Kieler Bucht. Kieler Meeresforsch. 10, 182-201.

- KÄNDLER, R.; 1961: Über das Vorkommen von Fischbrut, Decapodenlarven und Medusen in der Kieler Förde. Kieler Meeresforsch. 17, 48-64.
- KERSTAN, M.; 1977: Untersuchungen zur Nahrungsökologie von Aurelia aurita Lam. Diplomarbeit, Kiel.
- KISHINOUE, K.; 1910: Some medusae of Japanese waters. J.Coll.Sci.Tokyo 27(9), 1-35.
- KOLOSARY, G.; 1945: Beiträge zur Kenntnis der adriatischen Coelenteraten auf Grund der Sammlung des Ung. Nat. Museum. Riv.Biol.Firenze 37, 139-142.
- KRAMP, P.L.; 1913: Medusae collected by the "Tjalfe" Expedition. Vid.Meddr dansk naturhist.Foren. 65, 257-286.
- KRAMP, P.L.; 1937: Polypdyr (Coelenterata) II. Gopler. Danmarks Fauna 43, 1-223.
- KRAMP, P.L.; 1939: Medusae, siphonophora and ctenophora. Zoology of Iceland 2(5), 1-37.
- KRAMP, P.L.; 1955: The medusae of the tropical and west coast of Africa. Atlantide Rep. 3, 239-324.
- KRAMP, P.L.; 1961: Synopsis of the medusae of the world. J.mar.biol.Ass.U.K. 40, 1-469.
- KRAMP, P.L.; 1965: Some medusae (mainly scyphomedusae) from Australian coastal waters. Trans.R.Soc.S.Austral. 89, 257-278.
- KRAMP, P.L.; 1968: The scyphomedusae collected by the Galathea Expedition 1950-52. Vid.Meddr dansk naturhist.Foren. 131, 67-98.
- KRÜGER, F.; 1968: Stoffwechsel und Wachstum bei Scyphomedusen. Helgol.wiss. Meeresunters. 18, 367-383.
- KRUMBACH, T.; 1925: Scyphozoa. Handb.Zool. 1, 522-686.
- KRUMBACH, T.; 1930: Scyphozoa. In: GRIMPE, G.; WAGLER, E. (Hrsg.): "Die Tierwelt der Nord- und Ostsee." Bd. III d. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft, 88 S.
- LARSON, R.J.; 1976: Cubomedusae: feeding-functional morphology, behaviour and phylogenetic position. In: MACKIE, G.D. (ed.): "Coelenterate ecology and behaviour." New York: Plenum Publ.Comp., 237-246.
- LEBOUR, M.V.; 1922: The food of plankton organisms. J.mar.biol.Ass.U.K. 12, 644-677.
- LEBOUR, M.V.; 1923: The food of plankton organisms. II. J.mar.biol.Ass.U.K. 13, 70-92.
- LEDANOIS, E.; 1913: Coelentérés du plankton recueilli pendant la croisière d'été 1913 par le yacht "Pourquoi-Pas?" sous le commandement du D. Jean Charcot. Bull.Soc.Zool.France 38, 282-288.
- LENZ, J.; 1973: On the occurrence of the ctenophore Bolinopsis infundibulum (O.F.Müller) in the western Baltic. J.Cons.int.Explor.Mer 35, 32-35.

- LILLELUND, K.; LASKER, R.; 1971: Laboratory studies of predation by marine copepods on fish larvae. *Fish.Bull.U.S.* 69, 655-667.
- LOHMANN, H.; 1908: Untersuchung zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. *Wiss.Meeresunters.Kiel* 10, 129-370.
- MAADEN, H. van der; 1942: Beobachtungen über Medusen am Strande von Katwijk aan Zee (Holland) in den Jahren 1933-1937. *Arch.neerl.Zool.* 6, 347-362.
- MAADEN, H. van der; 1959: Notes on Aurelia aurita (L.) Lamarck und Cassiopeia andromeda Eschscholtz from the Gulf of Aquaba. *Sea Fish.Res.Stat.Bull.* 20, 5-10.
- MACGINITIE, G.E.; 1955: Distribution and ecology of the marine invertebrates of Point Barrow, Alaska. *Smithson.misc.Coll.* 128(9), 1-201.
- MANGUM, C.P.; OAKES, M.J.; SHICK, J.M.; 1972: Rate-temperature responses in scyphozoan medusae and polyps. *Mar.Biol.* 15, 298-303.
- MARTENS, P.; 1975: Über die Qualität und Quantität der Sekundär- und Tertiärproduzenten in einem marinen Flachwasserökosystem der westlichen Ostsee. Dissertation, Kiel.
- MATSUEDA, N.; 1969: Presentation of Aurelia aurita at thermal power station. *Bull.mar.biol.Stat.Asamushi* 13, 187-191.
- MAY, R.C.; 1974: Larval mortality in marine fishes and the critical period concept. In: BLAXTER, J.H. (ed.): "The early life history of fish." Berlin: Springer, 3-19.
- MAYER, A.G.; 1900: Some medusae from the Tortugas, Florida. *Bull.Mus.comp.Zool.Harvard Coll.* 37, 13-82.
- MAYER, A.G.; 1910: Medusae of the world. II. The scyphomedusae. Washington: Carnegie Institution.
- MAYER, A.G.; 1912: Ctenophores of the Atlantic coast of North America. *Publ.Carnegie Instn* 162, 1-58.
- MAYER, A.G.; 1914: Effects of temperature on tropical marine animals. *Pap.Tortugas Lab.* 183, 1-24.
- MAYER, A.G.; 1917: Report upon the scyphomedusae collected by the U.S. Bureau of Fisheries steamer "Albatross" in the Phillipine Islands and Malay Archipelago. *Bull.U.S.nat.Mus.* 100, 171-233.
- METZ, P.; 1967: On the relations between Hyperia galba Montagu (hyperiidæ, amphipoda) and its host Aurelia aurita (L.) in the Isefjord area (Sjælland, Denmark). *Vid.Meddr dansk naturhist.Foren.* 150, 85-108.
- MÖLLER, H.; 1976: Die Biologie des Flachwassers vor der westdeutschen Ostseeküste und ihre Beeinflussung durch die Temperatur - eine Literaturstudie. *Ber.Inst.Meeresk.Kiel* 21, 65 S.
- MÖLLER, H.; 1980: Bibliographie zur Biologie der Kieler Bucht. Geesthacht: GKSS-Forschungszentrum, 32 S.
- MONTEN, E.; 1974: Om manetförekomsten i Kattegat, dess bestandstæthed med særskild hænsyn till kylvattenintagen i Ringhals. Vaellingby: Statens Vattenfallsverk.

- MÜLLER, A.; 1978: Seasonal change of zooplankton in the Kiel Bay. II. Ichthyoplankton in the uppermost layer. Kieler Meeresforsch.Sonderh. 4, 194-200.
- MURPHY, G.I.; 1961: Oceanography and variations in the Pacific sardine populations. Calif.coop.oceanic Fish.Invest.Rep. 8, 55-64.
- NAIR, K.K.; 1951: Medusae of the Trivandrum coast. Part I. Systematics. Bull.Res.Inst.Univ.Travancore, ser. C, 2, 44-75.
- NAUMOV, D.V.; 1951: Some data on life cycles of metagenetic jelly-fishes. C.R.Acad.Sci.U.S.S.R. 76, 747-750.
- NAUMOV, D.V.; 1961: Scyphoid medusae of the seas of the U.S.S.R. Acad.Sci. Key to the fauna of the U.S.S.R. 75, 1-98.
- NELSON, T.C.; 1925: On the occurrence and food habits of ctenophores in New Jersey inland coastal waters. Biol.Bull.Woods Hole 48, 92-111.
- NEPPI, V.; 1915: Vorläufige Mitteilung über die während der Terminfahrten auf S.M. Schiff "Najade" gesammelten adriatischen Medusen. Anz.Akad.Wiss. Wien 52, 2-5.
- NETCHAEFF, A.; NEU, W.; 1940: Aurelia aurita L. und Pilema (Rhizostoma) pulmo Haeckel im Schwarzen Meer und im Bosporus. Zool.Anz. 129, 61-63.
- NICOL, J.A.; 1960: The biology of marine animals. London: Pitman & sons, 707 S.
- ORTON, J.H.; 1922: The mode of feeding of the jelly-fish Aurelia aurita, on the smaller organisms in the plankton. Nature, Lond. 110, 178-179.
- PAIMEN, E.; 1954: Seasonal occurrence of ephyrae and subsequent instars of Aurelia aurita (L.) in the shallow waters of Tvärminne, S. Finland. Arch.Soc.zool.bot.fenn.Vanamo 8, 122-131.
- PEREZ, C.; 1920: Un élevage de scyphistomes de Cyanea capillata. Bull.biol. France Belg. 54, 168-178.
- PHILLIPS, J.H.; BURKE, W.D.; KEENER, E.J.; 1969: Observations on the trophic significance of jelly fishes in Mississippi-Sound with quantitative data on the association behaviour of small fishes with medusae. Trans.Am.Fish.Soc. 98, 703-712.
- PINUS, G.N.; 1974: Some factors influencing early survival and abundance of Clupeonella in the Sea of Azov. In: BLAXTER, J.H. (ed.): "The early life history of fish." Berlin: Springer, 81-86.
- POMMERANZ, T.; 1974: Resistance of plaice eggs to mechanical stress and light. In: BLAXTER, J.H. (ed.): "The early life history of fish." Berlin: Springer, 397-416.
- POMMERANZ, T.; FISCHER, H.; HERRMAN, C.; KÜHN, A.; OHM, K.; 1979: The multiple high-speed zooplankton sampler "Messhai". Int.Counc.Explor.Sea, C.M./Poster.
- PROBST, B.; 1975: Ein Modell zur Darstellung des pelagischen Kreislaufs in einem marinen Flachwasserökosystem der westlichen Ostsee. Dissertation, Kiel.
- RANSON, G.; 1945a: Les scyphoméduses de la collection du Muséum National d'Histoire Naturelle Paris. II. Catalogue raisonné, origine des récoltés. Bull.Mus.nat.Hist.Paris, ser. 2, 17, 312-320.

- RAISON, G.; 1945b: Scyphoméduses provenant des campagnes du Prince Albert 1er de Monaco. Rés.camp.sci.Monaco 106, 1-92.
- RAISON, G. 1949: Resultats scientifiques des croisières du navire école belge "Mercator" IV. 2. Méduses. Mem.Inst.sci.Nat.Belg., ser. 2, 33, 121-158.
- RAO, H.S.; 1931: Notes on scyphomedusae in the Indian museum. Rec.Indian Mus. 33, 25-62.
- RAUSCHENPLAT, E.; 1901: Ueber die Nahrung von Thieren aus der Kieler Bucht. Wiss.Meeresunters.Kiel 5, 85-156.
- ROGERS, C.A.; BIGGS, D.C.; COOPER, R.A.; 1978: Aggregation of the siphonophore *Nanomia cara* in the Gulf of Maine: observations from a submersible. Fish.Bull.U.S. 76, 281-284.
- RUSSELL, F.S.; 1928: The vertical distribution of marine macroplankton. VII: Observations on the behaviour of *Calanus finmarchius*. J.mar.biol.Ass.U.K. 15, 429-454.
- RUSSELL, F.S.; 1934: The vertical distribution of marine macroplankton. XII: Some observations on the vertical distribution of *Calanus finmarchius* in relation to light intensity. J.mar.biol.Ass.U.K. 19, 569-584.
- RUSSELL, F.S.; 1935: Seasonal abundance and distribution of the pelagic young of teleostean fishes caught in the ring trawl in offshore waters in the Plymouth area. J.mar.biol.Ass.U.K. 20, 147-180.
- RUSSELL, F.S.; 1970: The medusae of the British Isles. II. Pelagic scyphozoa. Cambridge: University Press, 284 S.
- SARS, M.; 1841: Ueber die Entwicklung der *Medusa aurita* und der *Cyanea capillata*. Arch.Naturgesch. 7, 9-34.
- SCHNACK, D.; 1972: Nahrungsökologische Untersuchungen an Heringslarven. Ber.dt.wiss.Kommn Meeresforsch. 22, 273-343.
- SCHNACK, S.; 1975: Untersuchungen zur Nahrungsbiologie der Copepoden der Kieler Bucht. Dissertation, Kiel.
- SCHNACK, S.; 1978: Seasonal change of zooplankton in Kiel Bay. III. Calanoid copepods. Kieler Meeresforsch. Sonderh. 4, 201-209.
- SCHWEIGGER, E.; 1959: Die Westküste Südamerikas im Bereich des Peru-Stroms. Heidelberg: Keyserische Verlagsbuchhandlung, 513 S.
- SEARLE, A.E.; 1957: An introduction to Malayan jellyfish. Malay.nat.J. 11, 67-76.
- SEN GUPTA, R.; 1972: Photosynthetic production and its regulating factors in the Baltic Sea. Mar.Biol. 17, 82-92.
- SHERMAN, K.; JONES, C.; KANE, J.; 1979: Zooplankton of continental shelf nursery and feeding grounds of pelagic and demersal fish in the northwest Atlantic. Int.Counc.Explor.Sea, C.M./L:27.
- SMETACEK, V.; 1975: Die Sukzession des Phytoplanktons in der westlichen Kieler Bucht. Dissertation, Kiel.

- SOUTHWARD, A.J.; 1955: Observations on the ciliary currents of the jelly-fish *Aurelia aurita* L. *J.mar.biol.Ass.U.K.* 34, 201-216.
- SOUTHWARD, A.J.; DEMIR, N.; 1974: Seasonal changes in dimensions and viability of the developing eggs of the Cornish pilchard (*Sardina pilchardus* Walbaum) off Plymouth. In: BLAXTER, J.H. (ed.): "The early life history of fish." Berlin: Springer, 53-68.
- STADEL, O.; 1964: Über die Nesselwirkung der Quallen auf den Menschen und ihre medizinische Behandlung. *Abh.Verh.naturwiss.Ver.Hamburg* 9, 61-80.
- STEVENSON, J.C.; 1962: Distribution and survival of herring larvae (*Clupea pallasii* Valenciennes) in British Columbia waters. *J.Fish.Res.Bd Can.* 19, 735-810.
- STIASNY, G.; 1919: Die Scyphomedusen-Sammlung des Naturhistorischen Reichsmuseums in Leiden. II, Stauromedusen, Coronatae, Semaestomae. *Zool.Meded.* 5, 66-98.
- STIASNY, G.; 1922: Die Scyphomedusensammlung von Dr. Th. Mortensen nebst anderen Medusen aus dem Zool. Museum der Universität in Kopenhagen. *Vid.Meddr dansk naturhist.Foren.* 73, 513-558.
- STIASNY, G.; 1924: Ueber einige Scyphomedusen von Sydney (Port Jackson). *Zool.Meded.* 8, 55-72.
- STIASNY, G.; 1937: Biological results of the Snellius Expedition. III. Die Fundorte der Scyphomedusen und Tornarien. *Temminchia* 2, 203-210.
- STIASNY, G.; 1940: Die Scyphomedusen. *Dana Rep.* 18, 1-28.
- STIASNY, G.; MAADEN, H. van der; 1943: Über Scyphomedusen aus dem Ochotskischen und Kamtschatka Meer nebst einer Kritik der Genera *Cyanea* und *Desmonema*. *Zool.Jb.Abt.Syst.* 76, 227-266.
- THEILACKER, G.H.; LASKER, R.; 1974: Laboratory studies of predation by euphausiid shrimps on fish larvae. In: BLAXTER, J.H. (ed.): "The early life history of fish." Berlin: Springer, 287-299.
- THIEL, H.; 1962: Untersuchungen über die Strobilisation von *Aurelia aurita* Lam. an einer Population der Kieler Förde. *Kieler Meeresforsch.* 13, 198-230.
- THIEL, H.; 1970: Scyphozoa. In: "The encyclopedia of the biological science." New York: Van Nostrand-Reinhold, 830-836.
- THIEL, M.E.; 1938a: Scyphomedusae. In: "Dr. H.G.Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs." 2.Bd, II.Abt., 2.Buch, 4.Lief., 481-672.
- THIEL, M.E.; 1938b: Scyphomedusae. In: "Dr. H.G.Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs." 2.Bd, II.Abt., 2.Buch, 5.Lief., 673-848.
- THIEL, M.E.; 1958: Beiträge zur Kenntnis der Wachstums- und Fortpflanzungsverhältnisse von *Aurelia aurita* L. *Abh.Verh.naturwiss.Ver.Hamburg* 3, 13-26.
- THIEL, M.E.; 1959a: Beobachtungen über Wachstum, Variationen und Abnormitäten bei *Cyanea capillata* der Ostsee. *Abh.Verh.naturwiss.Ver.Hamburg* 4, 89-108.
- THIEL, M.E.; 1959b: Scyphomedusae. In: "Dr. H.G.Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs." 2.Bd, II.Abt., 2.Buch, 6.Lief., 849-1072.

- THIEL, M.E.; 1962: Scyphomedusae. In: "Dr. H.G.Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs." 2.Bd, II.Abt., 2.Buch, 7.Lief., 1073-1308.
- THIEL, M.E.; 1964: Untersuchungen über die Ernährungsweise und den Nahrungs-Kreislauf bei *Rhizostoma octopus* L.Ag. Mitt.hamburg.zool.Mus.Inst., Kosswig Festschrift, 247-269.
- THIEL, M.E.; 1966: Untersuchungen über die Herkunft, das Auftreten, das Wachstum und die Fortpflanzung von *Rhizostoma octopus* L.Ag. im Elbmündungsgebiet. Abh.Verh.naturwiss.Ver.Hamburg 9, 59-88.
- THIEL, M.E.; 1977: Scyphomedusen. In: "Dr. H.G.Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs." 2.Bd, II.Abt., 2.Buch, 8.Lief., 1-104.
- THILL, H.; 1937: Beiträge zur Kenntnis der *Aurelia aurita* (L.). Z.wiss.Zool. 150, 51-96.
- TU, T.J.; 1931: Notes on the invertebrates collected from the coast of Tsingtao and Chefoo. Sci.Rep.nat.Tsing Hua Univ., ser. B, 1(3).
- UCHIDA, T.; 1955: Scyphomedusae from the Loochoo Islands and Formosa. Bull.biogeogr.Soc.Japan 16/19, 14-16.
- USSING, H.; 1927: Bidrag til *Aurelia aurita*'s biologi i Mariagerfjord. Vid.Meddr dansk naturhist.Foren. 65, 257-286.
- VANHÖFFEN, E.; 1906: Acraspedae. In: "Nordisches Plankton." Bd 6, 40-64.
- VERWEY, J.; 1942: Die Periodizität im Auftreten und die activen und passiven Bewegungen der Quallen. Arch.neerl.Zool. 6, 363-468.
- WEBER, W.; 1971: The spawning places of herring in the western Baltic. Kieler Meeresforsch. 27, 194-208.
- WESTERNHAGEN, H. von; 1968: Erbrütung der Eier von Dorsch (*Gadus morhua*), Flunder (*Pleuronectes flesus*) und der Scholle (*Pleuronectes platessa*) unter kombinierten Temperatur- und Salzgehaltsbedingungen. Helgol.wiss.Meeres-unters. 21, 21-102.
- WIDERSTEN, B.; 1965: Genital organs and fertilization in some scyphozoa. Biol.Bidr.Uppsala 37, 45-58.
- WIKSTRÖM, D.A.; 1921: Iakttagelser om örönmaneten (*Aurelia aurita*). Meddn Soc.Fauna Flora fenn. 47, 169-173.
- WINKLE, W. van (ed.); 1977: Proceedings of the conference on assessing the effects of power-plant-induced mortality on fish populations. New York: Pergamon Press, 380 S.
- YASHNOV, V.A.; 1948: Scyphozoa. In: GAEVSKOY, N.L. (ed.): "Check list of fauna and flora of the northern seas of the U.S.S.R." Moskau, 75-77.
- YASUDA, T.; 1968: Ecological studies on the jelly-fish *Aurelia aurita* in Urazoko Bay, Fukui Prefecture. II. Occurrence pattern of the ephyra. Bull.Jap.Soc.sci.Fish. 34, 983-987.
- YASUDA, T.; 1969a: Ecological studies on the jelly-fish *Aurelia aurita* in Urazoko Bay, Fukui Prefecture. I. Occurrence pattern of the medusa. Bull.Jap.Soc.sci.Fish. 35, 1-6.

- YASUDA, T.; 1969b: On the occurrence of the jelly-fish ephyra and young medusa in Niguura Bay, Fukui Prefecture. *Aquiculture* 17, 33-39.
- YASUDA, T.; 1970: Ecological studies on the jelly-fish *Aurelia aurita*, in Urazoko Bay, Fukui Prefecture. V. Vertical distribution of the medusa. *Ann.Rep. Noto mar.biol.Lab.Kanazawa Lab.* 10, 15-22.
- YASUDA, T.; 1971: Ecological studies on the jelly-fish *Aurelia aurita* in Urazoko Bay, Fukui Prefecture. IV. Monthly change in the bell-length composition and breeding season. *Bull.Jap.Soc.sci.Fish.* 37, 364-370.
- YASUDA, T.; 1979: Studies on reproductive biology of harmful marine animals - the common jelly-fish, *Aurelia aurita*, along coast of Wakasa, Japan Sea. *Proc. 7th Japan-Soviet Joint Symp.Aquacult.*, Tokyo, 185-195.
- ZENKEVITCH, L.; 1956: *Biology of the seas of the U.S.S.R.* Engl.transl.: BOTCHARSKAYA, S. London: Allen & Unwin Ltd, 955 S.

Teile dieser Habilitationsschrift wurden veröffentlicht:

- MÖLLER, H.; 1978: Significance of coelenterates in relation to other plankton organisms. *Meeresforsch.* 27, 1-18.
- MÖLLER, H.; 1980: Population dynamics of *Aurelia aurita* medusae in Kiel Bight, Germany (FRG). *Mar.Biol.* 60, 123-128.
- MÖLLER, H.; 1980: A summer survey of large zooplankton, particularly scyphomedusae, in North Sea and Baltic. *Meeresforsch.* 28, 61-68.
- MÖLLER, H.; 1980: Scyphomedusae as predators and food competitors of larval fish. *Meeresforsch.* 28, 90-100.

Heino Möller
Moltkestraße 10
2300 Kiel

LEBENS LAUF

Ich wurde am 9.10.1948 als Sohn des Seemannes Joachim Möller und seiner Ehefrau Elisabeth in Laboe (Kreis Plön) geboren. Meine Kindheit verbrachte ich in der Nähe Kiels.

Das Abiturzeugnis erhielt ich 1967 vom Gymnasium Kiel-Wellingdorf. Anschließend leistete ich meinen Wehrdienst beim Aufklärungsgeschwader in Leck ab.

Mit dem Sommersemester 1969 begann ich das Biologie-Studium an der Christian-Albrechts-Universität in Kiel. Schwerpunkte legte ich auf zoologische und meereskundliche Aufbaupraktika. Unter Anleitung von Prof. G. Hempel fertigte ich am Institut für Meereskunde eine Diplomarbeit über Fischparasiten an. Im Februar 1973 bestand ich die Abschlußprüfung mit der Note "sehr gut".

Meine Doktorarbeit baute auf dem Diplomthema auf und trug den Titel "Der Einfluß von Temperatur und Salzgehalt auf Entwicklung und Verbreitung von Fischparasiten". Die Prüfung legte ich im Juli 1975 in den Fächern Meereskunde, Zoologie und Botanik mit der Gesamtnote "gut" ab. Meinen beruflichen Werdegang haben die Kieler Dozenten Gessner, Halbsguth, Hempel, Krey, Noodt, Remane, Schlieper, Schütz, Schuster und Storch am nachhaltigsten beeinflusst.

Vom 1.2.1975-31.7.1981 arbeitete ich als Gastforscher am Institut für Meereskunde Kiel für das GKSS-Forschungszentrum Geesthacht. Ein Schwergewicht meiner Arbeiten lag auf der Beurteilung biologischer Veränderungen durch den Betrieb von Kraftwerken. Nebenher hatte ich die Gelegenheit, mehrere Untersuchungen über Fischkrankheiten und einige andere Themen durchzuführen.

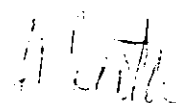
Seit dem 1.8.1981 bin ich Angestellter des Instituts für Meereskunde in Kiel. Zusammen mit mehreren Examenskandidaten arbeite ich derzeit an einem Projekt über "Fischbestände und Fischkrankheiten in der Unterelbe".

Im Jahr 1975 beendete ich meine Ausbildung zum Forschungstaucher. Am Lehrbetrieb des Instituts beteiligte ich mich mit einer Vorlesung und einem mehrfach wiederholten Praktikum über Fischkrankheiten. Im Herbst 1979 beteiligte ich mich an der Durchführung des "Course in fisheries biology" an der Universität Sao Paulo. Seit Mai 1980 bin ich Mitglied der Arbeitsgruppe "Marine Pathology" des Internationalen Rates für Meeresforschung.

Meine Ortstreue zu Kiel versuchte ich durch zahlreiche Reisen in die Mittelmeerländer, nach Südasien, Ostasien und nach Südamerika auszugleichen. Als Gastforscher habe ich am Marine Laboratory in Aberdeen, am Zoologischen Institut in Göteborg, am Marine Fisheries Laboratory in Bangkok, am Marine Biological Center in Phuket und am Meereskundlichen Institut in Kotor gearbeitet.

Ich bin deutscher Staatsangehöriger und nicht verheiratet. Am 19.2.1980 bin ich bei einem Habilitationsversuch an der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel durchgefallen. Ich lege hiermit die alte Habilitationsschrift in überarbeiteter und inhaltlich erweiterter Form erneut vor.

Kiel, 10.6.1982


.....